

historia del puente en España

CARLOS FERNANDEZ CASADO
Prof. Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

560-16

Como indicábamos en el artículo
«Puente de Alcántara»,
aparecido en el n.º 312 de esta Revista,
con estos apéndices
damos definitivamente por terminada
la edición de la
«Historia del Puente en España».

puente de Alcántara

En los años transcurridos desde la publicación del artículo que le corresponde, el puente de Alcántara ha sido objeto de una experiencia verdaderamente fundamental, y nunca mejor aplicada esta expresión, pues se ha referido al descubrimiento de un defecto capital en la cimentación de dos de sus pilas, que afortunadamente ha podido subsanarse de un modo total y definitivo, e **ipso facto** a su descubrimiento.

Tres de las cinco pilas y los dos estribos del puente descansan visiblemente sobre la espléndida roca de las márgenes, pero las otras dos, que son la central y la situada a su derecha mirando en la dirección del río, quedan dentro del cauce menor y no terminaban de emerger en los estiajes ordinarios; aunque conseguimos divisar todo el cuerpo de la pila central en un estiaje extraordinario de la década de los cincuenta; pero la otra (cuarta a partir de la margen izquierda) seguía por debajo del nivel de las aguas, que medido con referencia a la hilada avanzada en saliente por todo el contorno de la pila, llegó a ser de -10 m y teniendo en cuenta el número de las que separan a ésta del fondo del río, lo que se ha podido averiguar en la experiencia que vamos inmediatamente a describir, nos indica una profundidad de agua junto a dicha pila de unos 7 m en el mínimo estiaje observado por mí. Es de suponer que cuando los romanos ejecutaron la cimentación de dicha pila tendrían una profundidad análoga, con lo cual resulta imposible que hubieran asentado la fábrica de **opus quadrata** de la pila sobre la roca del fondo del cauce.

Durante los años cincuenta me tocó proyectar y construir el nuevo puente de Mérida sobre el Guadiana, lo que me empleó casi justamente los diez años de dicha década (largo plazo para la construcción de un puente actual, pero explicable teniendo en cuenta la penuria de materiales y medios constructivos que se padecía en nuestro país). En mis viajes para dirigir su construcción, me puse en contacto con casi todos los puentes romanos de la Lusitania: Alcántara, Alconétar, Albarregas, Alcantarilla romana de Mérida e incluso el de Salamanca y los de la Bética: Andújar, Córdoba, Alcolea, Alcantarilla, Alcalá de Guadaira, Aznalcázar, etcétera lo cual fue la base de este trabajo, que ahora terminamos con estos apéndices.

Todas estas circunstancias hicieron que pudiera imaginarme ingeniero romano, ficción que revalidé encargándome, por mi propia cuenta, del servicio del puente de Alcántara. Dos preocupaciones me asaltaron desde el principio en este servicio, la primera fue la de obtener los planos más perfectos posibles del puente, y la segunda el averiguar cómo estaban cimentadas las dos pilas a que nos estamos refiriendo.

El primero de estos dos objetivos casi hemos llegado a realizarlo, pero ha sido necesario el paso de cuatro ministros de Obras Públicas y de los directores generales de Carreteras correspondientes, todos los cuales llegaron a interesarse por el asunto. Hubo que traer material para fotogrametría terrestre desde Alemania y se hizo la toma de datos de campo y la reducción de los mismos en gabinete y ya existen los planos actuales, piedra por piedra, verdaderamente adecuados de la obra de ingeniería más importante de la romanidad; se han redactado dos presupuestos para su publicación, pero no se ha pasado de ahí, pues los planos no han salido a la luz pública.*

Con respecto a las condiciones de cimentación de las dos pilas exceptuadas, el problema se ha resuelto sin nuestra intervención. Yo me limité a organizar una exploración subacuática de las zonas ocultas de las dos pilas por hombres-ranas, que se planeó para comienzos de septiembre, de 1969, pero las dificultades que siempre surgen cuando se entra en competencia con el comportamiento estacional de un gran río, hizo que la visita de los especialistas en buceo se retrasara hasta finales de septiembre cuando se había iniciado una avenida del Tajo, cuyas aguas llegaban con turbulencia, turbiedad y frialdad, de lo menos propicias a la investigación. El resultado fue desafortunado pues los buceadores no detectaron al tacto ninguna anomalía.

* La Dirección General de Carreteras ha emprendido definitivamente la tarea de la publicación de dichos planos.

La solución del problema se obtuvo gracias a la interferencia de nuestra obra de ingeniería romana, con otra no menos señera de la ingeniería actual: la presa de Alcántara que empezó a construirse en la década siguiente y en el mismo río Tajo, por Hidroeléctrica Española a unos 500 m aguas arriba del puente.

Ya en la iniciación de los estudios de la presa había aparecido una discordancia entre la obra romana y la futura, que ni siquiera llegó a plantearse, pues la ubicación más indicada para ésta, se encontraba inmediatamente aguas abajo del puente, lo que hubiera acarreado la desaparición de éste bajo las aguas del embalse. En cambio la situación relativa contraria, de la presa aguas arriba del puente, ha permitido que el propio desarrollo de las obras, llevara a las condiciones más favorables, para obtener la investigación que teníamos planteada. Por necesidades del montaje de los desagües de fondo de la presa, hubo que cortar el río inmediatamente aguas arriba de la misma dejando en seco el tramo del cauce donde está situado el puente.

De este modo quedó a la vista todo lo que ocultaban «las turbias aguas del Tajo», pero no apareció la base de la pila cuarta que seguía oculta bajo unos taludes de tierra y bloques graníticos desbastados, que descendían desde tres paramentos de la pila hasta el fondo del río. Este fondo del cauce se dilata ampliamente tanto aguas abajo como aguas arriba del plano transversal en que está ubicado el puente, lo que demuestra el acierto de los ingenieros romanos en la elección del emplazamiento. Quedaba totalmente visible el cuarto paramento de la pila (el occidental) que termina directamente sobre la roca de la ladera.

La pila central tenía también su pedraplén de protección, pero mucho más reducido que el de la adyacente, apareciendo íntegro también el cuarto paramento (ahora el oriental), mostrando que esta pila se asienta directamente sobre la roca en casi la totalidad de su planta.

Según se desprende de la comparación de las fotografías, los romanos debieron colocar 16 hiladas perfectamente niveladas por debajo de la hilada saliente que contornea la pila. Todavía por debajo de estas hiladas quedaban otras cuatro más irregulares en nivelación y terminación de superficies que debieron colocarse en peores condiciones y no llegaban hasta la arista de aguas abajo.

Al hacer la limpieza de los terraplenes con bloques de alrededor de las pilas, que pudieron retirarse con facilidad mediante la actuación de **bull-dozers**, apareció en la pila cuarta una gran zona de despegue entre la fábrica de la misma y la superficie de la roca del cauce, separación que es máxima en el vértice oriental de aguas abajo. En la otra pila, la central, el despegue entre las dos superficies indicadas es muy reducido, quedando la pila ampliamente asentada sobre la roca del fondo. El recalce de cimientos que ha sido preciso efectuar, es de mucha menor importancia que el de la otra pila, donde el problema de la caverna que apareció era verdaderamente grave, como puede apreciarse en las fotos que se acompañan.

Los ingenieros de Hidroeléctrica optaron por no comunicar a nadie el descubrimiento, limpiar de sedimentos las cavernas que aparecían en las bases de las pilas y hormigonar sin pérdida de tiempo las caries que aparecían a la vista. Previamente se habían empotrado varillas de acero en las superficies de la fábrica antigua, lo que se realizó mediante perforaciones con martillos neumáticos para reforzar la unión entre dicha fábrica y el hormigón vertido, que se realizó a pie de obra. Sólo había autorización de una semana, de las Administraciones española y lusa, para tener en seco el tramo del río inmediato a la presa.

Hay que tener en cuenta que la realización de una cimentación en el río Tajo, con la profundidad y violencia de corriente, que se dan en esta zona del río, estaba muy por encima de las posibilidades

técnicas de los ingenieros romanos, y desde luego la luz de 30 m a la que casi llegaron (28,30) era el techo irrebalsable en el dominio de los ríos, y por consiguiente no tuvieron otra solución que la de introducir dos pilas dentro del cauce normal del río.

La realización correcta de las cimentaciones de estas pilas, sin maquinaria adecuada era imposible. Poseían máquinas sencillas de agotamiento como son la rueda hidráulica y el caracol de Arquímedes con las que podían realizar cimentaciones en seco, mediante agotamiento de un recinto artificial, en casos normales. Para corroborar esto, damos una interpretación de la ejecución de cimentaciones en obras portuarias tanto en seco, como con hormigón sumergido. No es un dibujo de la época, pero es la interpretación del arquitecto Perrault al texto de Vitruvio en su traducción de París, 1673.

Yo he tenido la experiencia profesional de un puente actual en el mismo río Tajo a unos 500 kilómetros aguas arriba de Alcántara. Era de tramos rectos prefabricados de 30 m de vano y había también que cimentar una pila dentro del cauce, muy cerca de la orilla, como en Alcántara. Esta operación nos tocó realizarla rozando la época de avenidas y estuvimos a punto de fracasar, pues la corriente se llevaba la escollera gruesa que echábamos para formar una ataguía de gaviones; pero teníamos bombas de agotamiento muy potentes y conseguimos agotar el agua interna, antes de que el agua externa nos ganase en el reponer las piedras del contorno por el lado del río y cerramos la ataguía.

Los romanos no dispusieron de esa posibilidad de las bombas potentes y perdieron en esa lucha de llegar hasta la roca con todo el recinto que debía ocupar la base de la pila debajo del agua, materializado previamente por una ataguía que fue también de escollera (bloques análogos en tamaño a los sillares del puente, pero sin desbatar) y no de doble recinto como en la de Perrault. Ya hemos dicho que el récord de sus arcadas estaba en los 30 m, pero nosotros podríamos haber alargado nuestro vano en unos pocos metros sacando la pila del río y nos habríamos ahorrado la lucha anacrónica con el agua.

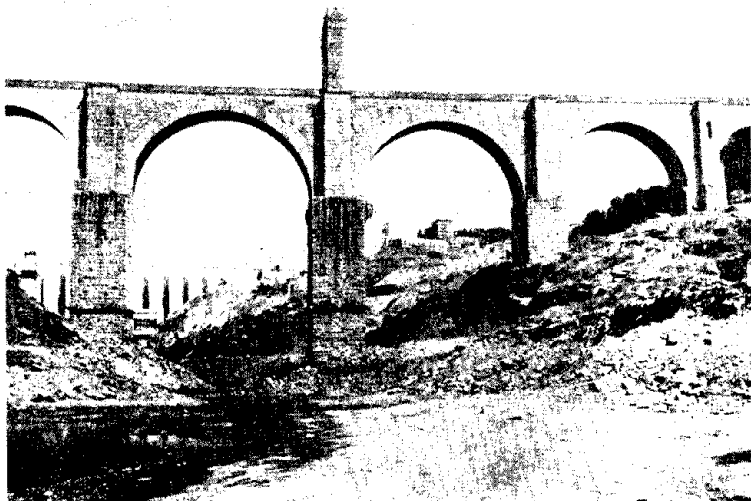
En resumen: las dos pilas romanas en cuestión no estaban cimentadas sobre la roca sana, pues sobre ésta había una capa de sedimentos naturales y sobre ella en una zona de aproximadamente la tercera parte de la superficie total, los sillares sin desbatar que se habían arrojado por los constructores para formar el recinto donde debían verter el hormigón de la base y apoyar las hiladas de sillería del cuerpo de pila. No limpiaron de sedimentos el recinto de cimentación, que además era más reducido que el que necesitaban para arrancar desde la base con la sección total de la pila. Cimentaron sobre una parte de los sedimentos del fondo y sobre la escollera de su propia ataguía. Sólo junto al cuarto paramento de cada pila (el más alejado del centro del río) cimentaron sobre roca firme pues emergerían por encima del nivel de las aguas en aquella ocasión, debido a la gran inclinación de las laderas que delimitan el cauce menor.

La fábrica destinada al cimientado se colocó, en parte, sobre los bloques de la propia ataguía, los cuales soportaron la pila, pues la carga transmitida se repartía sobre ellos y podía llegar así hasta el fondo del cauce, sin sobrepasar las cargas unitarias convenientes.

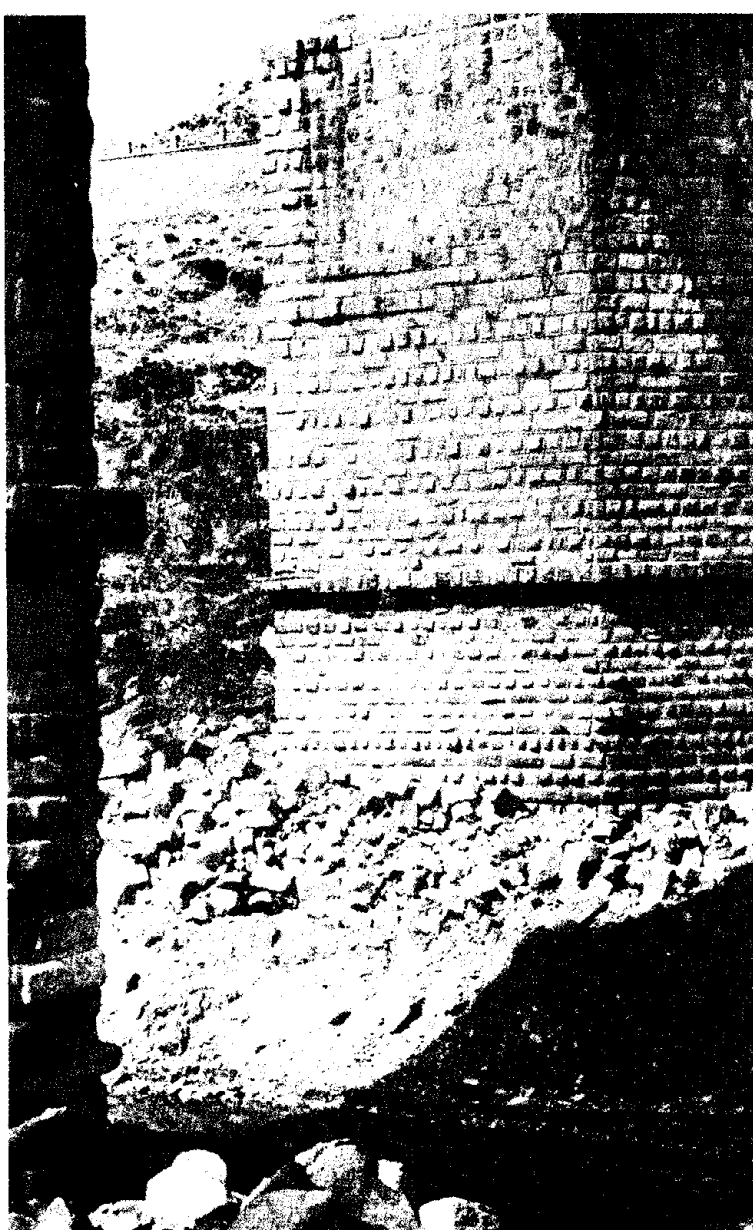
Al tener presente el hecho de que el arco inmediato al que se sustenta en las dos pilas, cuyas cimentaciones aparecieron defectuosas en la experiencia que venimos de analizar, se destruyó dos veces con ocasión de los conflictos bélicos que ha sufrido nuestro puente, podría llevarnos a achacar en todo o en parte dicha defectuosidad a causa tan brutal. Este fue el punto de partida de nuestro razonamiento en el estudio del problema, pero al ir obteniendo más datos fotográficos y aclaraciones en conversaciones con los ingenieros de Hidroeléctrica, hemos ido evolucionando hasta el extremo de darle muy poca importancia en las conclusiones definitivas.

puente de Alcántara

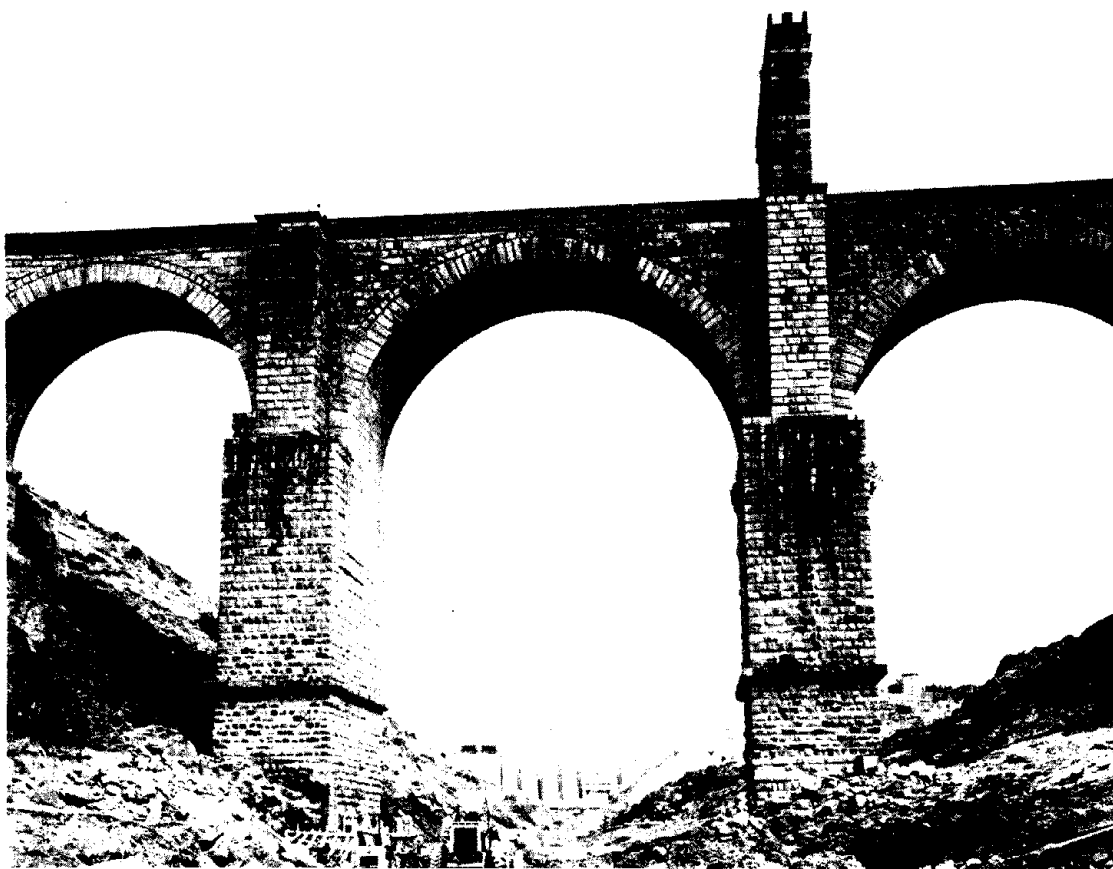
Vista del puente desde aguas abajo al desaparecer las aguas del río. Es de observar cómo la pila central emerge casi por completo del fondo del cauce mientras que la pila adyacente aparece abrigada por taludes muy tendidos que protegen su base, a excepción de la zona junto al paramento oriental, el cual termina directamente sobre la roca viva de la ladera derecha del río. Revista Archivos de Arqueología.

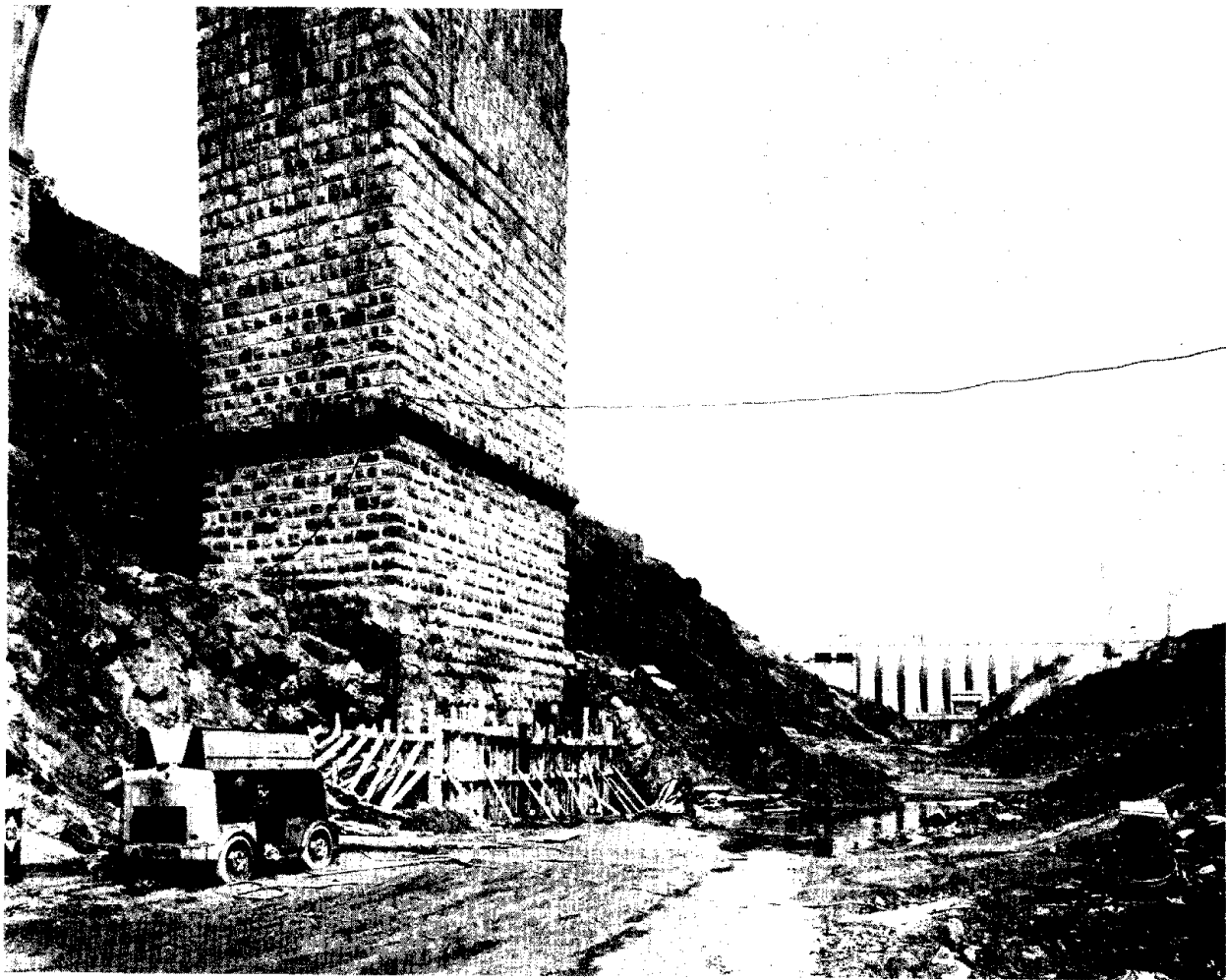


Vista desde el eje del río de la pila cuarta antes de desmontar los taludes que protegían su base. Estos taludes están constituidos por un terraplén inferior con su talud natural sobre el cual se arrojaron grandes bloques de piedra simplemente desbastados, con la intención de formar la ataguía, que libraría de las aguas un recinto donde efectuar la cimentación de la pila. Los bloques no proceden de la destrucción del arco segundo, que caerían del otro lado de la pila. Revista Archivos de Arqueología. Fotos: C. Callejo.



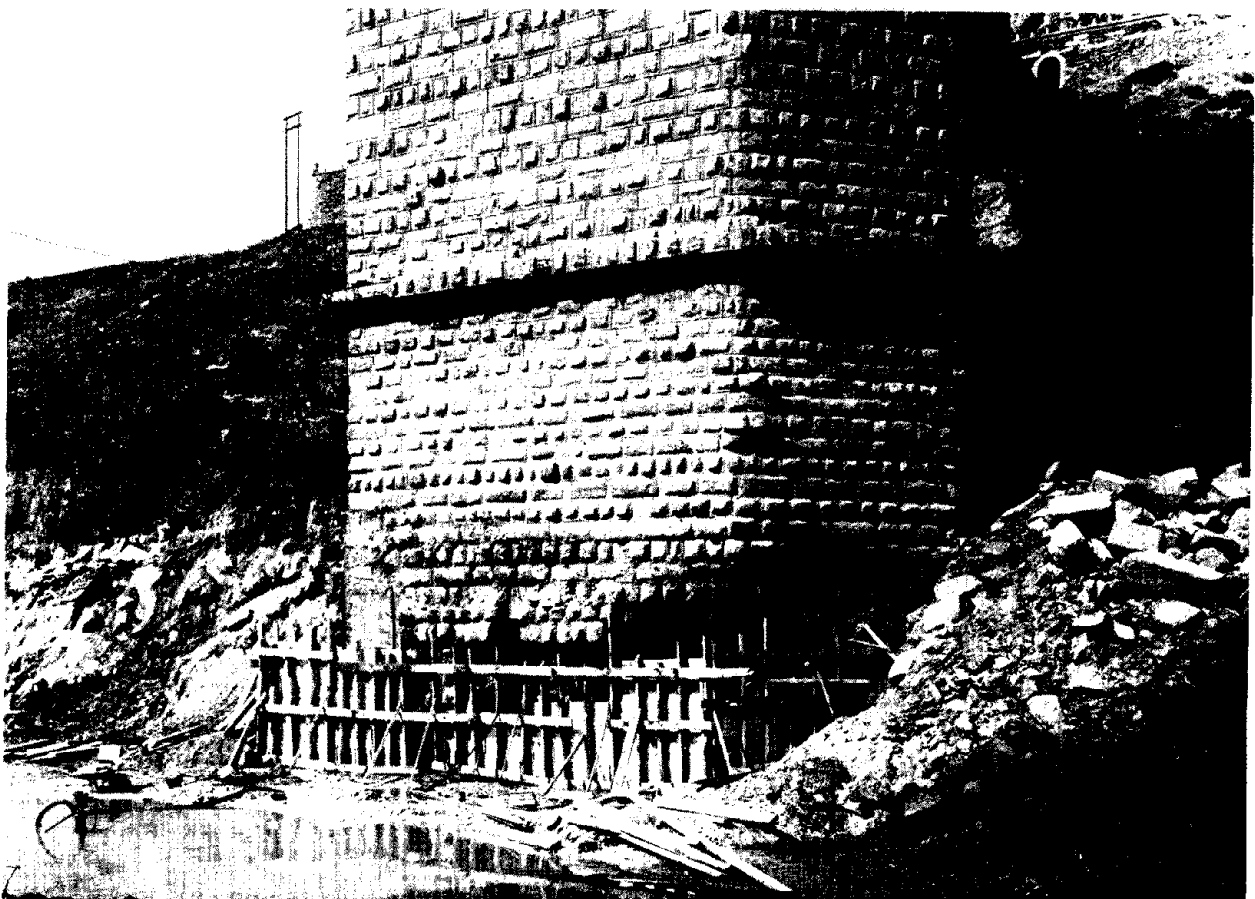
Vista del puente desde aguas abajo después de haber retirado el talud que abrigaba la base de la pila cuarta hasta llegar al nivel del fondo del cauce, saneando la caverna de dicha pila y procediéndose a la colocación del encofrado para rellenarla de hormigón. En la pila central no se han tocado los taludes que protegían su base mucho más reducidos que en la adyacente. Se puede apreciar la línea de despegue entre la pila central y el timpano del arco adyacente. La línea casi vertical desde el arranque, rompe una vez los sillares de la hilada o simplemente aumenta las juntas de separación verticales. Fotos: Sociedad Hidroeléctrica Española.





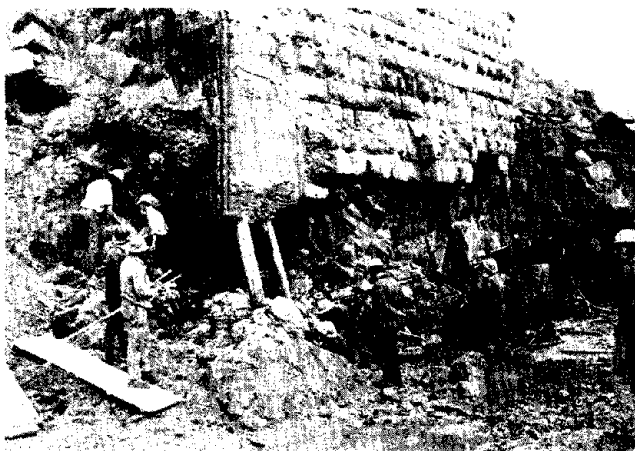
Vista de la pila cuarta con el encofrado colocado para rellenar de hormigón la caverna correspondiente. Foto S. H. E.

Otra vista de la parte inferior de la pila cuarta antes de terminar el relleno de la caverna correspondiente. Foto: S. H. E.

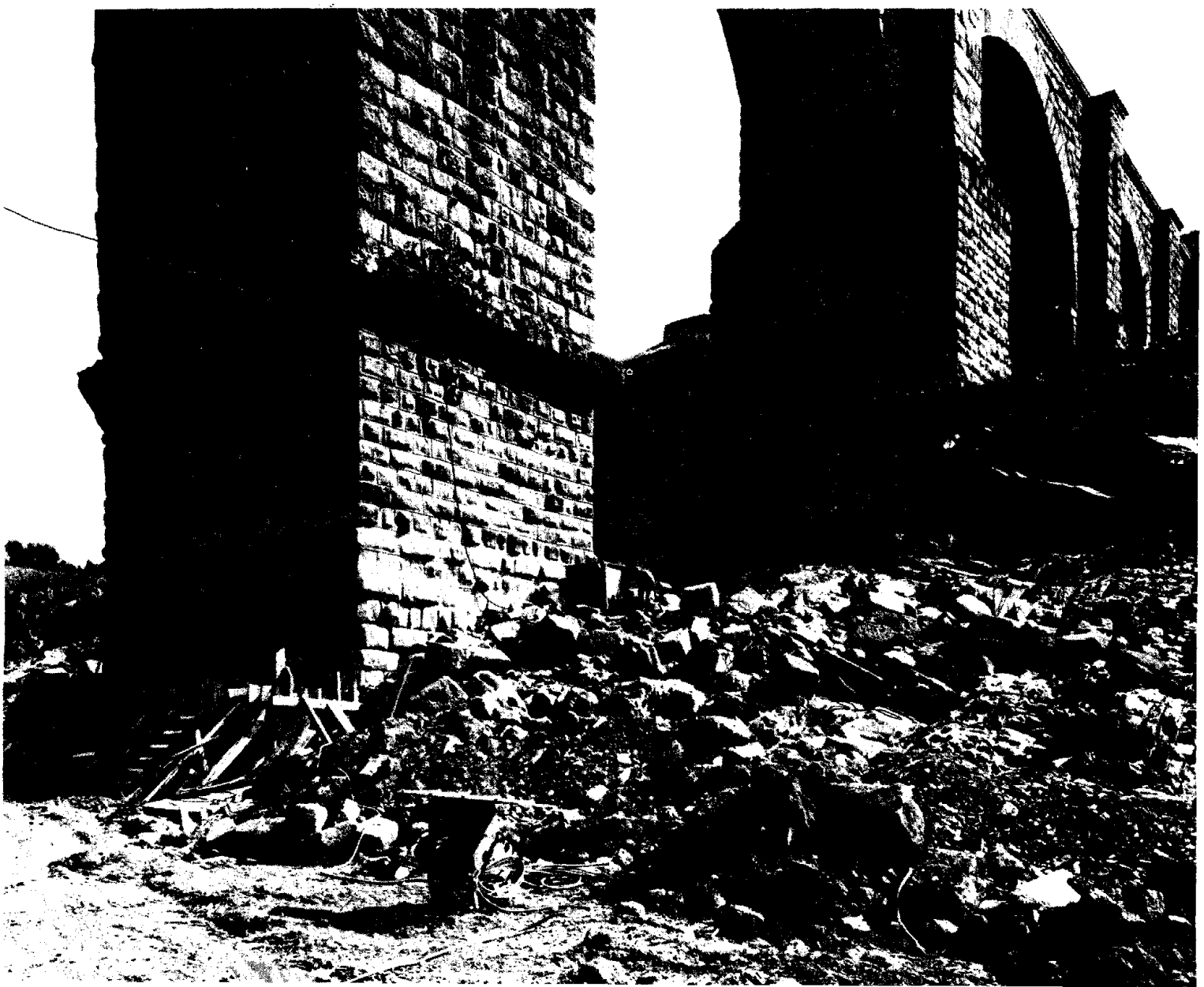




Dos vistas de la caverna
que se descubrió en la
pila cuarta al retirar los
elementos sueltos del
talud que la rodeaba.
Fotos: S. H. E.

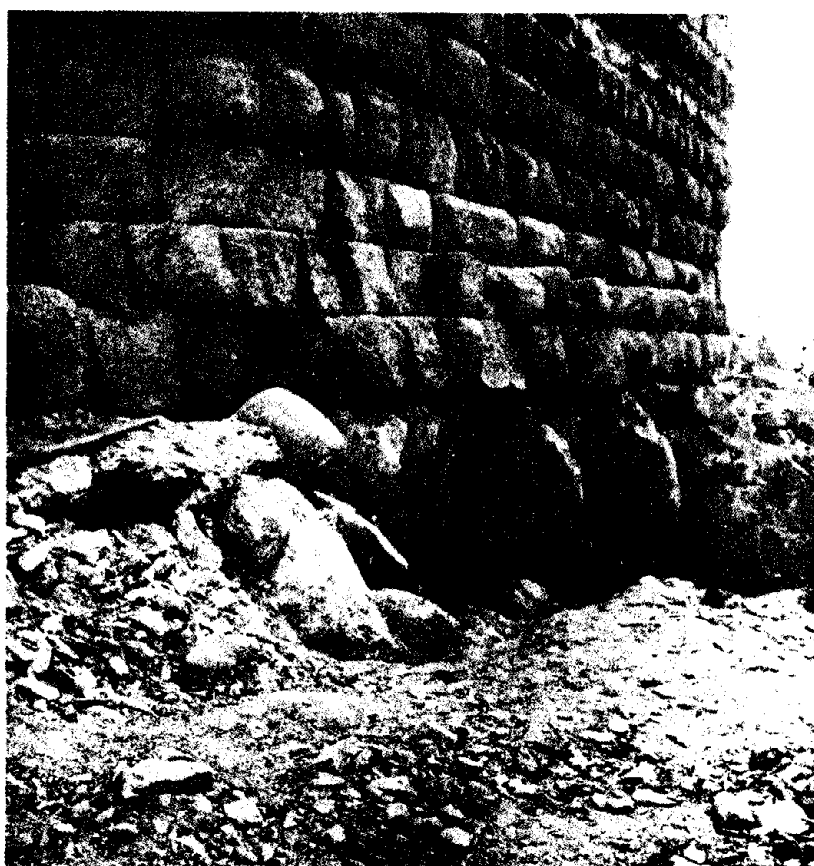


La pila central vista
desde el fondo del río
después de haber retira-
do el talud que protegía
su paramento interno.
Foto: S. H. E.





La pila central vista desde la ladera y aguas arriba. Foto: S. H. E.



Vista del paramento de la pila central directamente apoyado sobre la roca desde origen.



Recalce de la pila central. Foto: S. H. E.

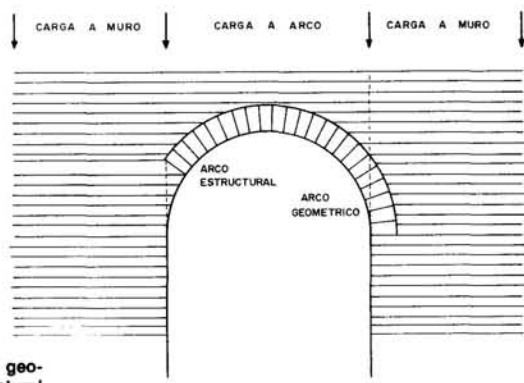


Base de la pila cuarta después del recalce. Foto: S. H. E.

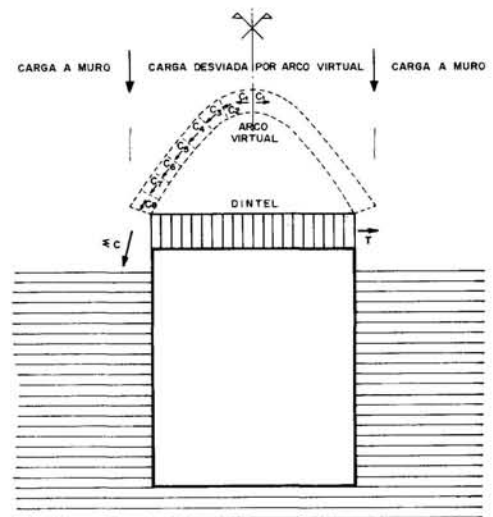


Zona salvada del puente antes de su traslado.

puente de Alconétar



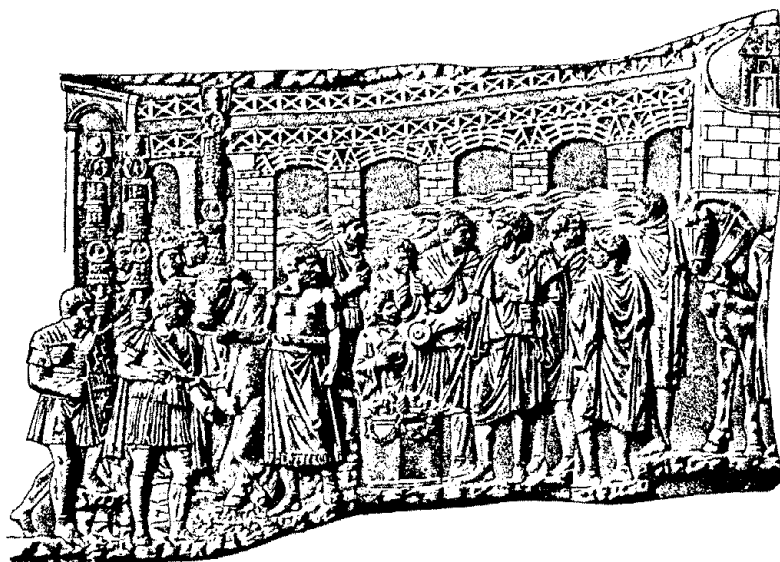
Diferencia entre el arco geométrico y el arco estructural en una arcada con arco de medio punto en muro continuo.



Arco virtual de descarga en hueco rectangular practicado en muro continuo.

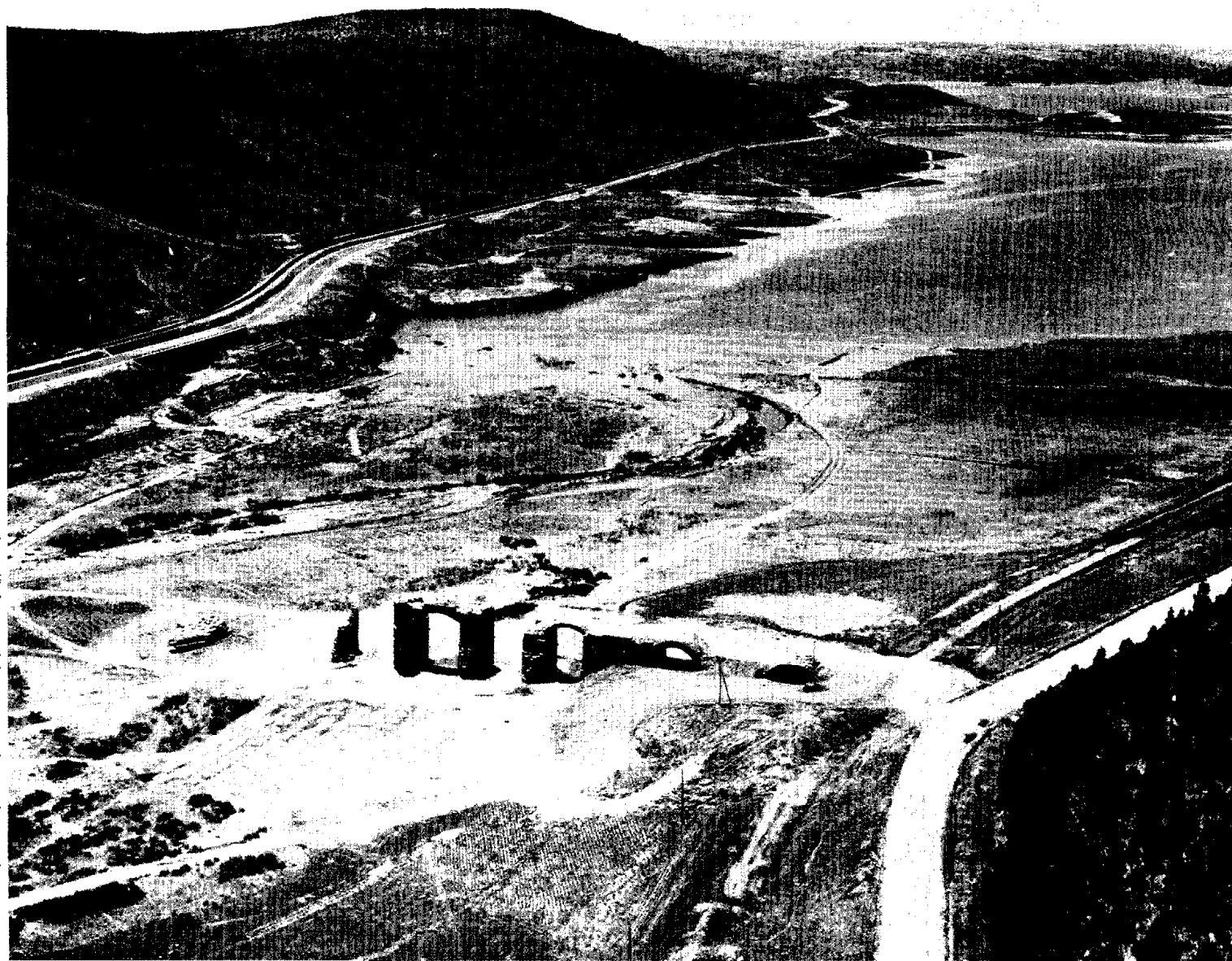
La zona salvada del puente durante su reconstrucción.





El puente de Trajano sobre el Danubio cerca de Orsova según los relieves de la columna trajana (construido en 110 d. C.).

Aspecto definitivo de la parte trasladada, al fondo se ve el embalse.



Las primeras fotografías que recibimos fueron las de la situación interior de roca y fábrica en las cavernas de la base de la pila más afectada, después de la limpieza de los materiales sueltos que existían entre ambas. En estas fotos parecía que la caverna se había formado por erosión y arrastre directo del río, tanto en el cauce como en la fábrica de la pila (hiladas de sillería inferiores).

Pero cambiamos radicalmente de parecer al obtener las fotos correspondientes al artículo del arqueólogo don Carlos Callejo Serrano, correspondiente al artículo «El puente de Alcántara en seco» publicado en Archivos de Arqueología (págs. 213 a 218). En dichas fotografías, obtenidas antes de efectuar ningún trabajo en las bases de las pilas, estas bases quedaban protegidas por taludes de tierra mezclada con grandes bloques de piedra que las rodeaban en todo su contorno a excepción del paramento más alejado del centro del río en cada una de ellas, cuyos paramentos habían quedado delimitados ya por la roca de las laderas del cauce. Esta protección provenía de la obra romana de cimentación en la que como ya hemos mostrado no consiguieron llegar al fondo del cauce vertiendo grandes bloques para conseguir un recinto-atagüa dentro del cual construir la base de la pila apoyada sobre la roca del fondo. A ésta llegaron en casi toda su extensión para la pila central, pero sólo a las 3/4 partes de la sección total en la pila cuarta, teniendo que apoyarse en el resto de la superficie sobre la zona de bloques sueltos de la atagüa fracasada, la cual sin embargo era capaz de transmitir convenientemente las cargas hasta la roca del cauce, a través de una capa de sedimentos depositados sobre la roca sana. Se ve claramente en las fotos correspondientes a la base después de limpiar las cavernas donde se acumularon los materiales sueltos sedimentados de un modo natural antes de llegar los romanos y los que éstos arrojaron con el fracasado propósito de acotar un recinto donde cimentar, pues les faltó bastante altura para llegar al fondo del cauce y no consiguieron lo que se proponían. Tampoco se llegó al fondo en la reparación del puente del siglo XIX, pero penetraron a unos tres metros más en el ángulo interno de aguas abajo, que era donde el despegue entre fábrica y roca era mayor pues ejecutaron un recalde de hormigón incompleto de 5 m de altura, faltándole unos 2 m para llegar a la roca. Este recalde aparece en las fotos soportado provisionalmente, mediante dos puntales de madera, desde que se hizo la limpia de los materiales sueltos que rellenaban la caverna correspondiente. La disminución de la superficie de apoyo de la base sobre la roca, a excepción del ángulo recalzado en la obra del siglo XIX, no es tan importante como a primera vista parece, pues hay que tener en cuenta que el tizón de los sillares utilizados es como mínimo 1,20 m, y en las hiladas inferiores debió ser todavía mayor. Vemos que los sillares de arranque quedan en vuelo, pero aprisionados en su extremidad interior por los de hiladas superiores, salvo algunas que se han debido desprender al hacer la limpieza de materiales sueltos para explorar las cavernas. También se observa que antes de llegar al vértice del tajamar, las hiladas primeras apoyan directamente sobre la roca.

Consideramos, en definitiva, que la protección de las bases de las pilas por los sedimentos naturales y los bloques arrojados por los romanos han defendido las bases de las pilas durante toda la vida del puente habiendo sido capaces de transmitir hasta la roca las cargas correspondientes al gran peso de nuestro puente. El efecto de las cargas de uso del puente alteran muy poco las condiciones de estabilidad y las de resistencia de todos los elementos estructurales del puente.

En cuanto la alteración de las condiciones de estabilidad por la destrucción del arco intermedio, hay que tener en cuenta la flexibilidad de la pila intermedia dada su gran altura y además la disminución de la sección de apoyo lo que dará unas condiciones muy próximas a las de articulación (libertad de giro en pie).

El empuje en la arcada terminal de una estructura en arcada múltiple depende de la deformación horizontal que puede producirse en la cabeza del pilar, reduciéndose notablemente en los pilares con pies articulados y de gran altura, pues un pequeño giro en el pie se amplifica en proporción de la altura. En nuestro caso se aprecia a simple vista una grieta vertical en el tímpano más próximo al eje de la pila central del puente lo que demuestra que hubo acomodación estructural a las nuevas condiciones de trabajo. En el reajuste de esfuerzos correspondiente, siempre quedaría una flexión de distribución casi triangular máxima en cabeza y mínima en pie del pilar causando tracciones en la cara del pilar más próxima al centro del río, pero con valores muy pequeños, por tener, primero, la reducción correspondiente a la precompresión inicial debida al gran peso propio del puente y, segundo, porque van disminuyendo, a medida que descendemos, al distribuirse con diagrama triangular, llegando casi a cero en el pie, donde hubieran sido las más peligrosas, por su tendencia a abrir las juntas entre las hiladas de la sillería. Por tanteos aproximados hemos llegado a la conclusión de que no han debido tener trascendencia, en las condiciones de resistencia y estabilidad de la pila intermedia que es la única que podía quedar afectada. Ya hemos indicado que se aprecia una grieta vertical en toda la altura del contacto entre la pila central y el tímpano de la arcada accidentalmente terminal que estamos considerando lo cual indica un giro importante de la pila en cuestión.

apéndice segundo

Puente de Alconétar

La construcción de la presa de Alcántara a unos 500 m aguas arriba de la presa del mismo nombre iba a producir un embalse en el río Tajo de unos 80 km de longitud que al llegar a la zona donde los romanos construyeron el puente de Alconétar tendría una profundidad suficiente para sumergirlo definitivamente bajo sus aguas.

Se acudió a tiempo para salvar la parte más interesante del mismo, que es la de las pilas y arcos rebajados que estaban situados sobre la margen derecha del río, en seco durante aguas normales. En total son: dos arcos auténticamente romanos de pequeña luz, 6,70 y 7,10 m; todo el muro de acceso al puente horadado por dos arcadas a las que pertenecen dichos arcos; cuatro pilas también romanas que formaban parte de las cuatro arcadas primeras del puente propiamente dicho, en las cuales se realizaron durante la Edad Media modificaciones de sus zonas altas para adaptarles cuatro nuevos arcos que se construyeron en el siglo XIV con objeto de intentar la rehabilitación total del puente, lo que no debieron conseguir, pues los arcos son de tal manera inadecuados por dimensiones y pobreza de sus fábricas, para resistir el paso de cargas, que la mayor parte de ellos debieron fallar antes de entrar en servicio. También han sido trasladados los tres arcos no romanos correspondientes a dicha reconstrucción que habían llegado hasta nuestros días y que ya eran los únicos supervivientes en los grabados del siglo XIX. Creemos que hubiera resultado más adecuado prescindir de ellos con su desmañado aspecto y ridícula pretensión, o bien haber reconstruido sólo uno como testimonio histórico.

Todo lo que tenía verdadero interés se ha salvado y todo lo que se ha salvado tiene un gran valor por su belleza intrínseca e importancia arqueológica.

Los dos arcos romanos, aunque de pequeña luz, tienen un adovelado perfecto; el muro donde se encajan tiene un aparejo muy cuidado que enlaza muy bien con las dovelas de arranque; y las pilas son verdaderamente bellas por la esbeltez de sus proporciones, por la riqueza de las cornisas, que las subdividen en tres alturas, por el detalle singular de la curvatura del paramento posterior y por la riqueza del contraste de luces y sombras que se obtiene con el almohadillado de los sillares muy característico en las obras de ingeniería romana.

Insistiremos además, en que la nota más característica de este puente es la utilización del arco escarzano, es decir, circular con menos de medio punto. El rebajamiento (relación de flecha a luz) es verdaderamente acentuado; en los dos conservados se obtiene directamente, midiendo la luz y la flecha, resultando $1/4$ en un extremo y $1/5$ en el otro. En los arcos desaparecidos los

rebajamientos pueden obtenerse indirectamente midiendo la luz y la inclinación de los sillares de asiento en las cajas de las pilas, resultando valores entre $1/4$ y $1/5$.

La utilización de este tipo de arcos escarzanos en sustitución del medio punto, tan característico de la arquitectura romana, corresponde a una época muy delimitada en el desarrollo de esta arquitectura, que podemos asignar al imperio de los emperadores de procedencia hispana: Trajano y Adriano. En la rama de los puentes el principal ejemplar que nos sale al paso es el del puente del Danubio construido junto a la localidad antigua de Drubeteae (hoy Turnu-Severin) en la orilla de dicho río, durante los años 104-105 con ocasión de la conquista por Trajano de los territorios, que constituyeron la provincia de Romania. El puente ha desaparecido prácticamente, pues quedan sólo unas ruinas muy pobres en las extremidades que sólo permiten señalar la traza del mismo. Eran las cabezas de puente correspondiendo a los estribos, los cuales, así como las pilas, eran de fábrica, y entre ellos se armaron unos arcos de madera que soportaban la plataforma de paso. Nos han quedado algunas referencias a esta obra, la más importante de las cuales es la representación en bajo relieve que se hizo en la columna trajana de Roma cuya reproducción damos. La referencia autenticada por este documento de la época, estuvo en vivo durante toda la Edad Media y especialmente en el Renacimiento.

Esta característica de sustituir de un modo premeditado y sistemático el arco de medio punto por el escarzano es también típica de la arquitectura adriánea, y decimos adriánea y no de la época de Adriano, pues el mismo emperador es el que interviene directamente en muchas de estas construcciones como son el conjunto de las de la villa Adriana donde se utiliza intensamente en remate de huecos, en arquerías y en las articulaciones de las plantas de diversos elementos y también en el Panteón, para los arcos de descarga o los de arriostramiento de muros continuos y en las construcciones de su época en la ciudad de Ostia.

Y ya con menor profusión, es decir como casos excepcionales los encontramos singularmente en la Domus Flavia e incluso en la Domus Aúrea, para elementos no principales.

Después de Adriano el arco de medio punto vuelve a recobrar su exclusividad y son casos verdaderamente excepcionales aquellos en que aparecen arcos rebajados.

Su empleo como vemos se centra en la época Trajano-Adriano, lo que muy bien podría interpretarse como que su introductor fue el ingeniero Apolodoro de Damasco que trabajó con ambos emperadores y construyó el puente sobre el Danubio.

Entre los motivos técnicos que pueden justificar el paso del arco de medio punto al arco rebajado, de directriz también circular, encontramos uno teórico y otros simplemente constructivos; el primero reside en la aplicación de la sabiduría adquirida por experiencia de siglos en la construcción de arcos de medio punto, al observar los modos de rotura de los mismos, en los que no falla la bóveda por los arranques, sino que se rompe por ambos lados a una cierta distancia de los paramentos de pilas, quedando como unos salmeres incorporados a éstas que trabajan en ménsula a partir de ellas. Esta experiencia la debían tener muy clara especialmente los constructores de puentes, pues éstos dan las bóvedas de mayor envergadura en cualquier momento, y además las condiciones de trabajo más duras considerando los asientos por defectos de los cimientos, que es donde estaba el verdadero talón de Aquiles de los puentes romanos. Esta forma de romperse indica que el arco geométrico no coincide con el arco estructural, sino que a éste corresponde una luz eficaz inferior a la de aquél. Esto recogido por un ingeniero como Apolodoro de Damasco le llevaría a utilizar la nueva directriz en el puente sobre el Danubio donde además (razón práctica) el rebajar la altura de clave tenía ventaja de ejecución y daba mayor estabilidad al vuelco por viento. Pero como ya hemos expuesto en diversas ocasiones, las razones técnicas por sí solas no son nunca suficientes para introducir un cambio en los estilos arquitectónicos; éstas han de ir acompañadas de razones de otro tipo, pues es preciso que las innovaciones que se introducen tengan significación en el sistema de preferencias del hombre de la época. El romano se caracterizaba por su apego a la tradición de modo que se necesitó de un emperador no rutinario, sino amigo de innovaciones y en cierta discordancia con el ambiente. Para eso tenemos al emperador Adriano, que era un auténtico heterodoxo y su época podría tener un carácter análogo a la de El Amarna en Egipto. Aceptaría con entusiasmo la innovación y la utilizó en sus diseños arquitectónicos donde además podía conseguir ventajas al reducir el gálbo de los huecos o la altura de sus construcciones. Pasado este periodo de Adriano, verdaderamente revolucionario en todos los sentidos, el hombre romano volvió a su medio punto siendo muy difícil encontrar de nuevo un arco rebajado intencionadamente, con respecto al medio punto, hasta llegar el Renacimiento, lo que se acentúa después en los puentes del siglo XVIII.

La sustitución de un arco de medio punto por un arco rebajado tiene prácticamente la ventaja de que reduce la altura del elemento constructivo en que se realice, pero introduce un inconveniente muy importante en cuanto a su estabilidad longitudinal pues como ya hemos visto para la misma luz libre tenemos un empuje mayor en el escarzano que en el medio punto (en proporción de los rebajamientos) lo cual en arquerías y en puentes especialmente es muy importante pues si falla una pila el desequilibrio de empujes horizontales que se establece es mucho más fuerte con los arcos

rebajados. Ejemplo patente de esto nos da la comparación del comportamiento del puente de Alcornétar con su homofluvial el de Alcántara, pues mientras éste pudo resistir sin mayor quebranto la destrucción de uno de sus arcos de luz intermedia, aquél no resistió seguramente la destrucción de uno de sus arcos principales, ya que no ha quedado ninguno para atestiguarlo. Lo normal es que la rotura de un arco traiga consigo el vuelco de las pilas, pero los arcos también pueden romperse sin que vuelquen todas las pilas, pues el desequilibrio creado por la rotura de una sola pila producirá pequeños desplazamientos en los puntos de articulación de arco y pila que reducirán el empuje efectivo de los arcos, lo que puede determinar el hundimiento de los arcos exclusivamente.

Otra experiencia constructiva que evidencia la discordancia entre el arco geométrico y el estructural en un medio punto, lo tenemos en el sencillo y repetido caso de abrir un hueco, puerta o ventana en un lienzo de muro macizo, cuando se corona el rectángulo de apertura con medio punto. El intradós de éste tiene que arrancar tangente a los lados verticales del hueco rectangular, de modo que las dovelas radiales del arco se confundirán en el arranque con las hiladas horizontales del muro y necesitarán de un cierto intervalo vertical para destacarse netamente unas de otras. En realidad la independencia de las hiladas radiales del arco y las horizontales del muro sólo se conseguirá a partir de los puntos de intersección del trasdós del arco y las verticales que limitan la luz del hueco. Estas verticales definen en el muro continuo unas pilastras virtuales por las cuales se transmiten los esfuerzos verticales superiores, que aprisionarán a las dovelas iniciales del arco, impidiéndoles las deformaciones horizontales correspondiéndoles al efecto arco. El aparejo más racional para la zona de transición sería el que continuaran las hiladas horizontales del muro hasta el punto de intersección arriba indicado que además nos dará la inclinación de la primera dovela radial. Hasta dicha dovela radial se deberían prolongar las hiladas horizontales rellenando así el triángulo indeciso que se recorta en el comienzo del arco geométrico.

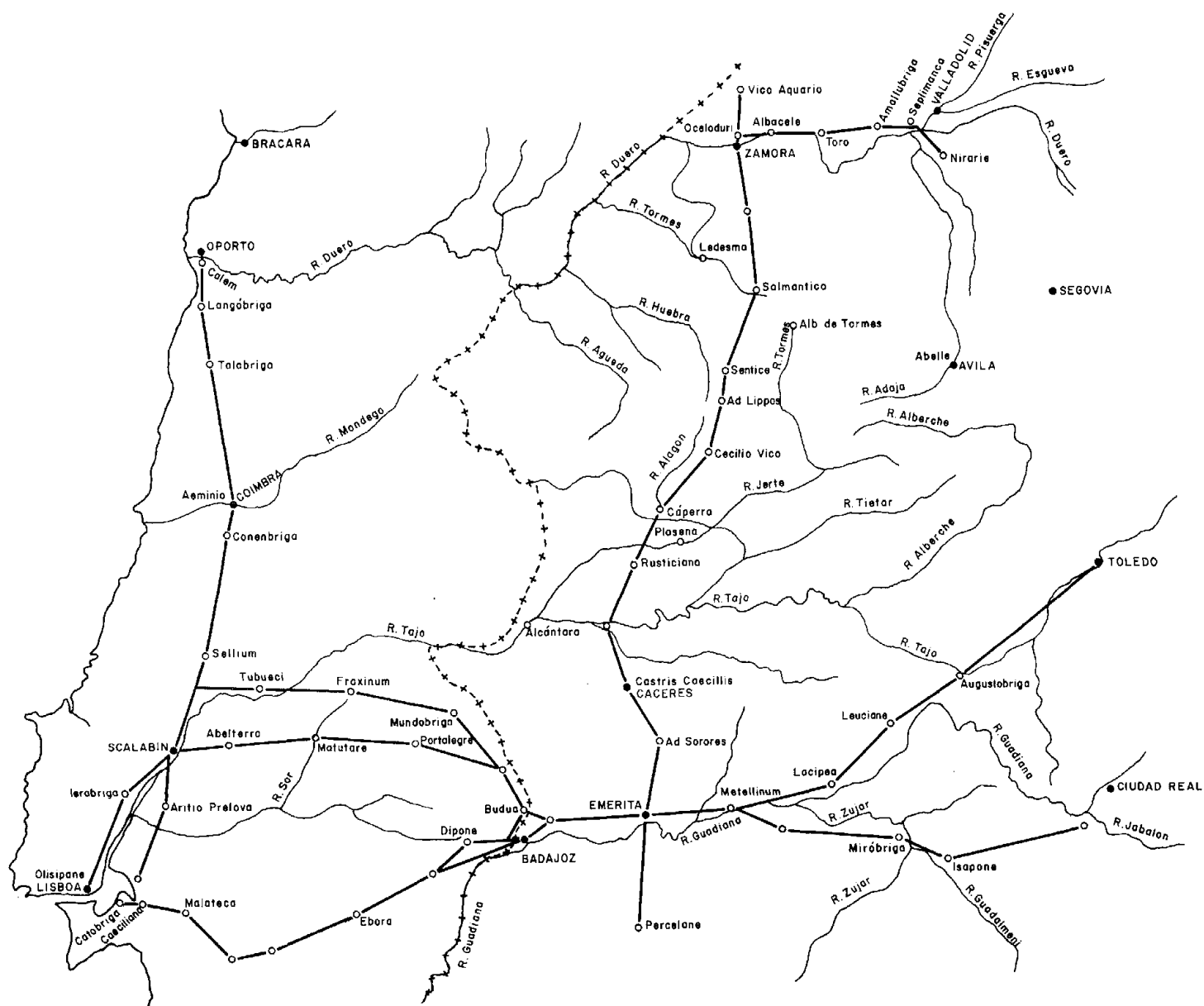
Con esta cuestión está relacionada la del mecanismo de los arcos virtuales de descarga sobre huecos de perfil rectangular en muros, que pueden coronarse con simples dinteles macizos, o dinteles aparejados. Estos arcos materializan una transmisión de esfuerzos interiores en la fábrica que desvía los esfuerzos hacia los lados, evitando cargas directas al dintel.

La sabiduría adquirida por la experiencia en este tipo de construcciones se manifiesta en los acueductos de pisos superpuestos que llega al máximo en Los Milagros de Mérida (ya tratamos este problema en «Los acueductos romanos en España»).

apéndice tercero

puentes de la provincia Lusitana

Del repertorio de puentes correspondientes al Catálogo de Puentes hemos seleccionado los siguientes que juzgamos tienen méritos para considerarlos como romanos:



El puente de Alange en el río Matachel, que constaba de ocho arcadas a juzgar por las ruinas existentes, de las cuales se conservan cuatro en pie, tres en la margen izquierda y una en la derecha. Además en el centro del cauce una pila inclinada que conserva los arranques de los arcos. La luz varía de 4 a 8 metros. Los pilares son rectangulares con macizo de 3 x 5 m y tajamar triangular aguas arriba y curvo aguas abajo. Los paramentos son de mampostería y el interior de hormigón. Los arcos tienen boquillas de fábrica de ladrillo. Parecen ligeramente apuntados, pero deben serlo por mala construcción. La anchura de la obra es de 5,00. Está situado cerca de la carretera de Almendralejo a Villagonzalo.

puente de Alange sobre el río Matachel

El pueblo de Alange aunque de nombre árabe tiene tradición romana pues conserva un balneario que se construyó en época romana con una sala de baño circular cubierta mediante una cúpula hemisférica con óculo central, típicamente romana (Fotos 1, 2 y 3).

puente de Magasca

Puente sobre el río Magasca del cual ya dimos otro puente en el artículo correspondiente. Lo asignábamos a la época republicana y éste también debe pertenecer a dicha época pues la relación vano a macizo es muy próxima a la unidad y las fábricas son muy toscas. Tiene un tajamar de planta triangular aguas arriba y paramento liso aguas abajo. Está a unos 10 km de Trujillo en las proximidades de la carretera de éste al pueblo de Zorita (Fotos 4 y 5).



1



2



3



4



5

puente entre la Cumbre y Plasenzuela



6



7



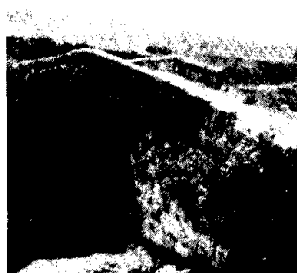
8

Otro puente es el situado entre La Cumbre y Plasenzuela sobre el arroyo Gibrálzo. También dimos otro puente en el mismo arroyo, que era de los típicos de un arco principal de mediana luz acompañado de otros dos adyacentes mucho más reducidos, lo que daba un perfil de calzada con marcado lomo de asno. El de ahora es de otro tipo, se trata de una sucesión de cinco arcos con luces decrecientes a partir de uno de los extremos en un cauce muy asimétrico y poco definido. Tiene además unos aligeramientos rectangulares a continuación de los arcos que deben pertenecer a otra época. Las fábricas de sillería y mampostería son sanas y están bien conservadas (Fotos 6, 7 y 8).

puente de Ibor y de Cuacos

También parece romano el de Bohonal de Ibor con un solo arco y el de Cuacos cerca de Jarandilla en la garganta de Jaranda de la Vera con dos arcos desiguales de grandes sillares en el mismo estilo de los que hemos dado de esta región de La Vera.

Otro puente de esta misma región es el Cuacos de Yuste sobre el río Cuacos también con dos arcos muy desiguales de sillería.



puente de Palomas



Auténticamente romano y quizá de la época republicana es el de Palomas en el río Palomillas, provincia de Badajoz. Tiene nueve arcadas de ladrillo, con una luz máxima de 6 m. Se conservan arquillos sobre pilas a los dos lados del arco principal. Los tímpanos aparecen de mampostería, pero pudieran haberse reconstruido recientemente pues la base de las fábricas es también de ladrillo. Posee tajamares sólo en el frente de aguas arriba que terminan a la altura de arranques de arcos y se coronan con sombreretes piramidales. Tiene rasantes suavemente inclinadas en dos vertientes con altura máxima de 5 m. Recientemente se han reducido de anchura los pretils para permitir el paso de tractores.



puente de Jaranda

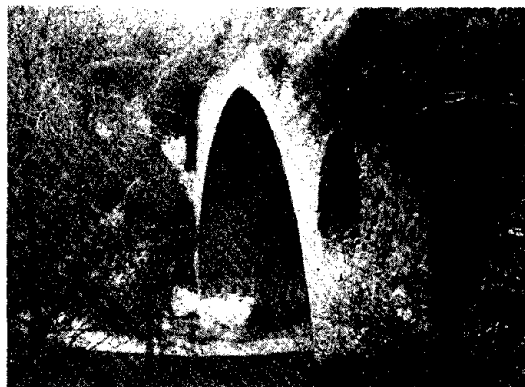
puente
del Guadalete



provincia Tarraconense

apéndice quinto

Puente del Diablo
sobre el río Esera.



Aguas abajo.



Puente del Abiego aguas
abajo sobre el río Alcanadre.

Puente de Olvena
sobre el río Esera, aguas arriba.

Lado derecho de la bóveda.



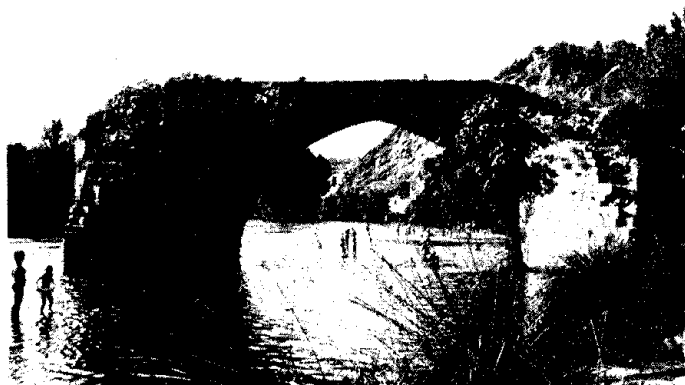
Aguas arriba.

De los puentes estudiados por el Seminario de Estética de la E.T.S.I.C.C.P.M. (ver apéndice séptimo) hemos recogido los siguientes:

Puente de **Camarasa** sobre el Segre (provincia de Lérida) con un arco central de unos 20 m y otros cinco arcos más pequeños. Se destruyeron algunos arcos cuando la retirada de los franceses en la guerra de la Independencia sustituyéndolos por tramos de madera. Se conservan bien dos de los arcos de piedra. Tiene tajamares escalonados aguas arriba y aguas abajo. Lo cita Madoz y figura en el plano de Tomás López. Ha tenido varias reconstrucciones, una en el XVIII.

En la provincia de Huesca se encuentra una serie de puentes con una morfología muy típica. Gran arco central, ligeramente apuntado con un cambio de curvatura notable en arranques, lo que da la impresión de ser de cuatro centros. Tienen buena sillería y las dovelas parecen muy regularizadas. Su anchura es de unos 3 m. A este tipo pertenecen el de Canfranc sobre el Aragón que parece estar en la vía núm. 33 de **Caesar Augusta** a **Summo Pyrúneo** y que siguió utilizándose para entrada en España de los peregrinos del camino de Santiago. Está muy reformado la zona alta.

Puente de Camarasa
sobre el río Segre.

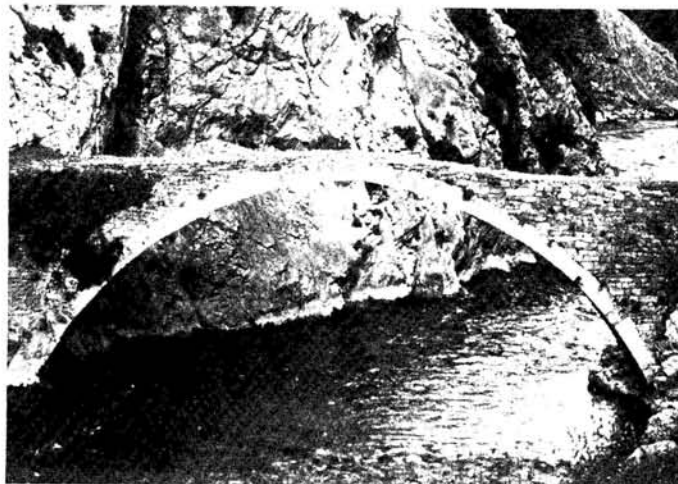


Detalle del
arquillo de
aligeramiento,
lado izquierdo.



Puente de Canfranc, sobre el río
Aragón, aguas arriba.



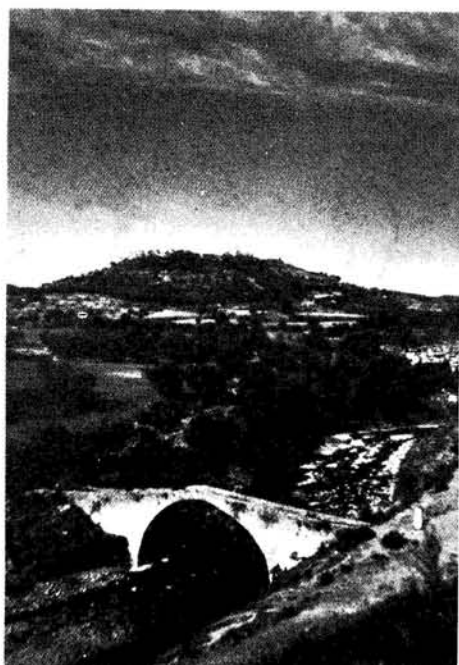


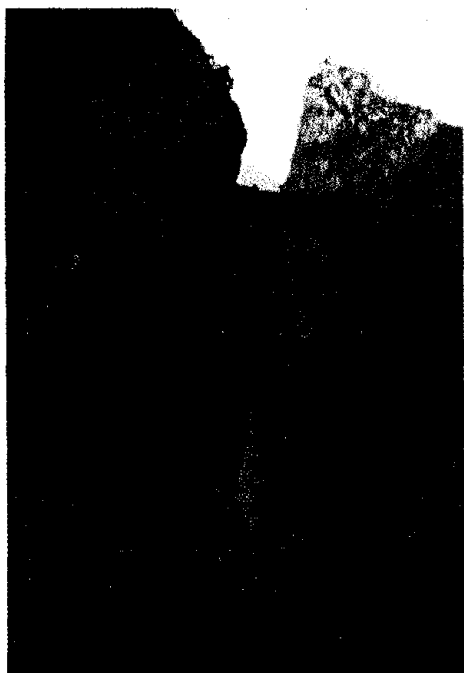
Puente del Campo sobre el río Esera.



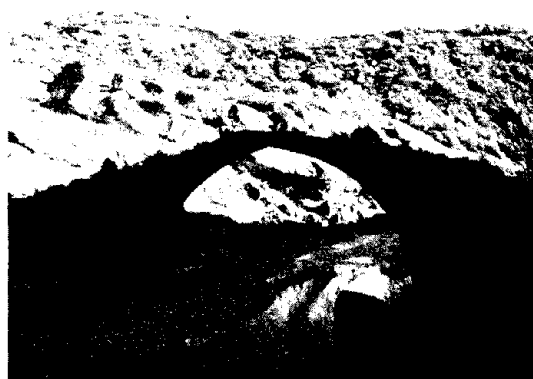
Otros son: el puente **del Campo** sobre el río Esera junto al pueblo del mismo nombre. El que salva el **Isábena** cerca de Roda de Isábena con una luz de 19 m, muy estrecho, ancho útil 1,50. Está próximo a la vía de entrada de peregrinos. También el puente de **Murillo** sobre el Esera aunque tiene dos arcos de luces muy diferentes, pero el más pequeño se le debió añadir en una reconstrucción. El arco principal es de bastante luz del tipo característico. Pudiera ser medieval con mimetismo del arco que ya lo dimos en el artículo inicial. Tenemos también un puente de varios arcos sobre.

Puente de Murillo sobre el río Esera.





Puente del Congosto de Olvena.



Puente de Olvena.



Tercer Puente de Olvena.

Otro puente con verosimilitud romana de la misma provincia de Huesca es el situado sobre el río Esera, en la garganta o congosto de **Olvena**, en la actual carretera de Barbastro a Graus con dos arcos uno en el propio Congosto profundo en 30 m y otro a un nivel intermedio donde también nace la pila central que es de sillería, así como las bóvedas siendo la zona alta de timpanos de mampostería lo que indica reconstrucción. Las luces de los arcos son de 12 y 14 m y la anchura del puente 3,20.



Puente de Alcanadre en Abiego.

Hay otros dos puentes en el mismo congosto que también pudieran ser romanos. El siguiente aguas abajo es de un solo vano de 11 m de luz está junto a **Olvena** y parece que está reconstruido, por la imperfección de su fábrica, pero debió ser difícil su construcción pues se encuentra sobre un abismo de unos 100 m de altura. El pueblo de Olvena queda en un picacho a unos 150 m de altura sobre el puente.

El tercer puente aguas abajo del anterior se le denomina puente del Diablo y consta de un arco salvando el congosto de Olvena mediante arco de 20 m que se encuentra flanqueado por dos arquillos que son aligeramientos de los estribos. Por la disposición de estos arquillos pudiera tratarse de un puente románico pues son de una luz de 3,20 m, más importante que en el caso de puentes romanos. La anchura del puente es de 2,50 m con una calzada útil de 2,00. Está cerca de la desembocadura del Esera en el Cinca donde termina el congosto. Tiene en algunas zonas una sillería perfecta, pero se observan múltiples reconstrucciones. También las dovelas son muy alargadas. Existen muchos mechinales para soportar las cimbras.

Otro puente de la provincia Oscense es el del **río Alcanadre en Abiego**, apuntado ligeramente, pero del tipo ya anticipado de cuatro centros. La anchura del puente es de 2,30, pero tiene cornisas salientes a los lados formando aceras elevadas. La calzada útil es de 2 m.

apéndice sexto

Galecia

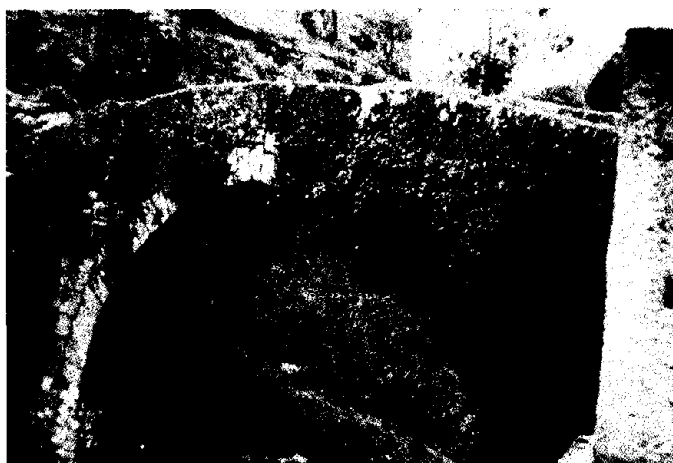
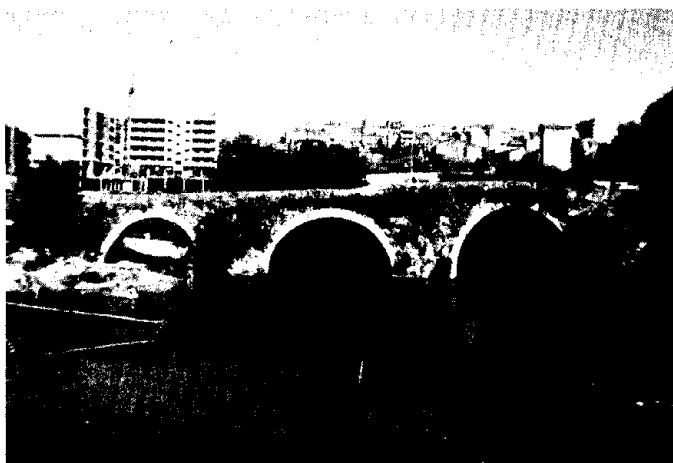
provincia de Pontevedra

Cerca del puente de Sampayo y en el río Ulla tenemos el puente de Sotomayor con un solo vano del cual queda únicamente la bóveda y una mínima parte de los tímpanos en ambos arranques, pero se trata de buena sillería y sirve a un camino de peatones empedrado en algunos trozos.

El puente de los Remedios sobre el río Tea en Puenteáreas tiene cuatro arcos en lugar de tres, uno más pequeño que los otros tres. Tienen deformidades debidas probablemente al asiento de los cimientos, aunque también pueden proceder de deformaciones de las cimbras, pues dos de ellos parecen peraltados. Las dovelas son de una piedra más blanca que los sillares del tímpano. Tiene una capilla al fondo.

Otro puente interesante en la provincia es el de Almofrey sobre el río del mismo nombre con un solo arco de medio punto que arranca desde el fondo del cauce en roca. Está en un lugar solitario. Las fábricas están bien aparejadas y en buen estado de conservación.

También pudiera ser de origen romano el de Caldas de Reyes sobre el río Bermaña, situado en el centro del pueblo, que debió tener existencia en la época romana pues se han encontrado en algunas excavaciones objetos de cerámica y lápidas romanas. También hubo cerca del puente una capilla y una torre en el siglo X. Tiene buena sillería en arcos y tímpanos, tajamares triangulares en los dos frentes y un cruceiro sobre la pila aguas abajo.



Puente de Sotomayor.

Puente de los Remedios sobre el Tea.

Puente de Almofrey.

Puente de Caldas de Reyes sobre el Bermaña.



Ponte de Lugo (xerigrafía de José Ramón).
 Ponte de Galin.
 Ponte de Viladesuso.
 Ponte de Carracedo sobre el Neira.



provincia de Lugo

El señor Montenegro nos ha enriquecido la descripción del puente de Lugo con una xerigrafía del artista lucense José Ramón que publicamos.

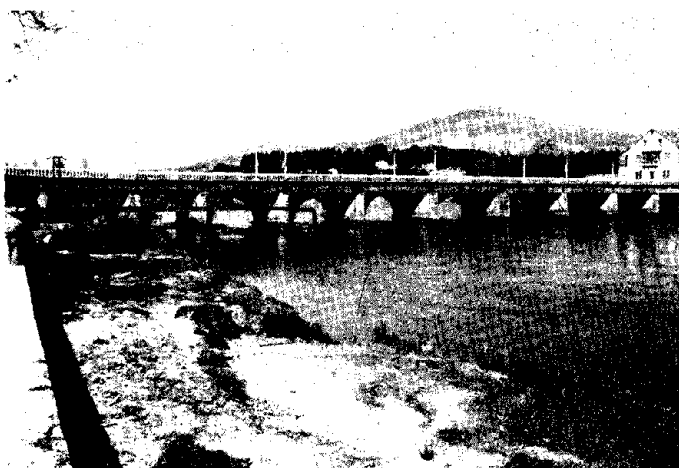
En cuanto al puente Gatin, que estaba situado sobre el Navia y que nosotros dábamos una versión de dos arcos obtenidos en una solución de un solo vano situado en la región denominada los Puentes de Gatin donde se reúnen las dos ramas principales de la cuenca superior del río Navia y muy cerca de donde cruza el mismo río la carretera de Madrid a La Coruña, situados en el distrito de Becerreá.

Blázquez sitúa este puente, también con un solo arco y un miliario en la parte superior, en la vía del Bierzo a Lugo (foto Blázquez).

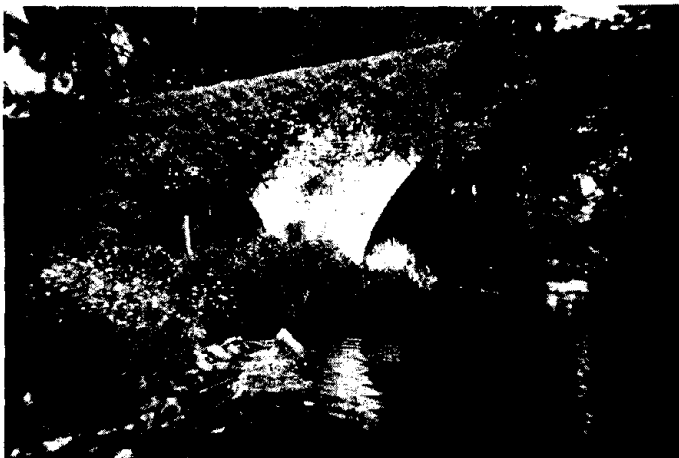
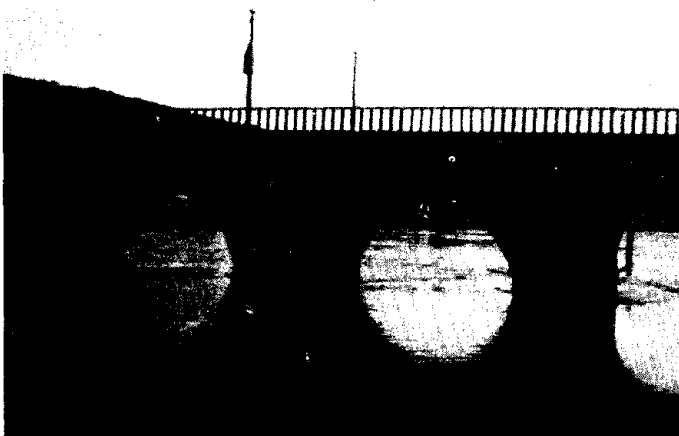
Un puente interesante, aunque de poca importancia material, es el de Viladesuso situado en el río Broi; se trasladó unos cientos de metros aguas arriba de su ubicación primitiva que podía ser romana, para dar paso a un nuevo camino vecinal. Es de un solo arco y de luz muy pequeña.

Otro puente, el de Carracedo sobre el Neira con cuatro arcos de medio punto de 2,50 m de anchura y luz aumentando de las orillas al centro. Es de sillería con un robusto pilar central de planta trapezoidal. Tiene tráfico de viandantes exclusivamente, cerca del pueblo de Lancara. Tajamares triangulares aguas arriba y rectangulares aguas abajo.

Existe un pequeño monumento en el centro del puente.



Puente de Ulla.
Vista parcial del Puente de Ulla.
Puente de Mellid sobre el Furelos.
Puente de Libureiro.



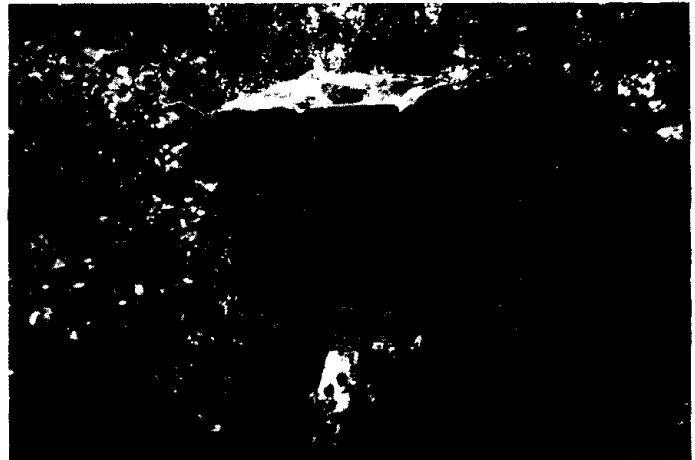
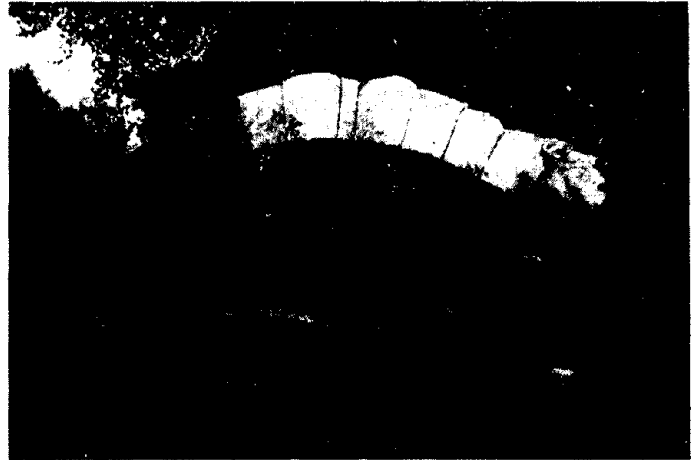
provincia de La Coruña

Lo cita Idrisi, que en la traducción del Ingeniero Saavedra indica que está compuesto de cinco arcos, «tan considerables y tan altos que pueden pasar por debajo los buques sin abatir los palos». También existe referencia de que fue reconstruido por el maestro Mateo en 1161 y tiene varias reconstrucciones posteriores, la última de 1911 en la que se ensanchó colcando aceras sobre viguetas metálicas apoyadas directamente en las pilas destrozando la sencilla belleza del puente. El puente propiamente dicho se completa mediante un grupo de tajeas de la misma luz: 3,10 m. Damos dos fotos del puente principal que complementan las del grupo de pontones publicadas en el artículo primitivo.

El puente que denominamos de Mellid está situado en el río Furelos afluente del Ulla y no puede ser el puente Martiae como decimos en el artículo primitivo. Tiene cuatro arcos de medio punto bien aparejados e hileras de sillería en los tímpanos. La anchura es de 3,75. Ha sufrido reconstrucciones, especialmente en la parte alta de los tímpanos que es de sillarejo. Está en la carretera de Palas del Rey a Mellid. Damos dos fotos del puente que puede ser romano, pero también de los siglos XII o del XIV como algunos autores proponen.

En las cercanías de este puente existe el puente de Libureiro sobre el río Seco afluente también del Ulla. Servía al camino de Santiago, que pudo ser antes vía romana. El pueblo de Libureiro está en el kilómetro 556

Puente de Ledesma.



de la carretera de Palas del Rey a Mellid. Tiene un solo arco de medio punto con hermosas dovelas, que han quedado desprovistas de tímpanos.

Otro de los puentes sobre el río Ulla es el de Ledesma, que ya citábamos en el artículo primitivo, tiene nueve arcos de medio punto con luces entre 7 y 10 m y anchura de 3,00 metros. Está situado en el límite de las provincias de Pontevedra y La Coruña. Tiene tajamares triangulares bajos en el paramento de aguas arribas y trapezoidales aguas abajo. Los arcos y tímpanos son de buena sillería y se encuentra en uso. Damos una foto.

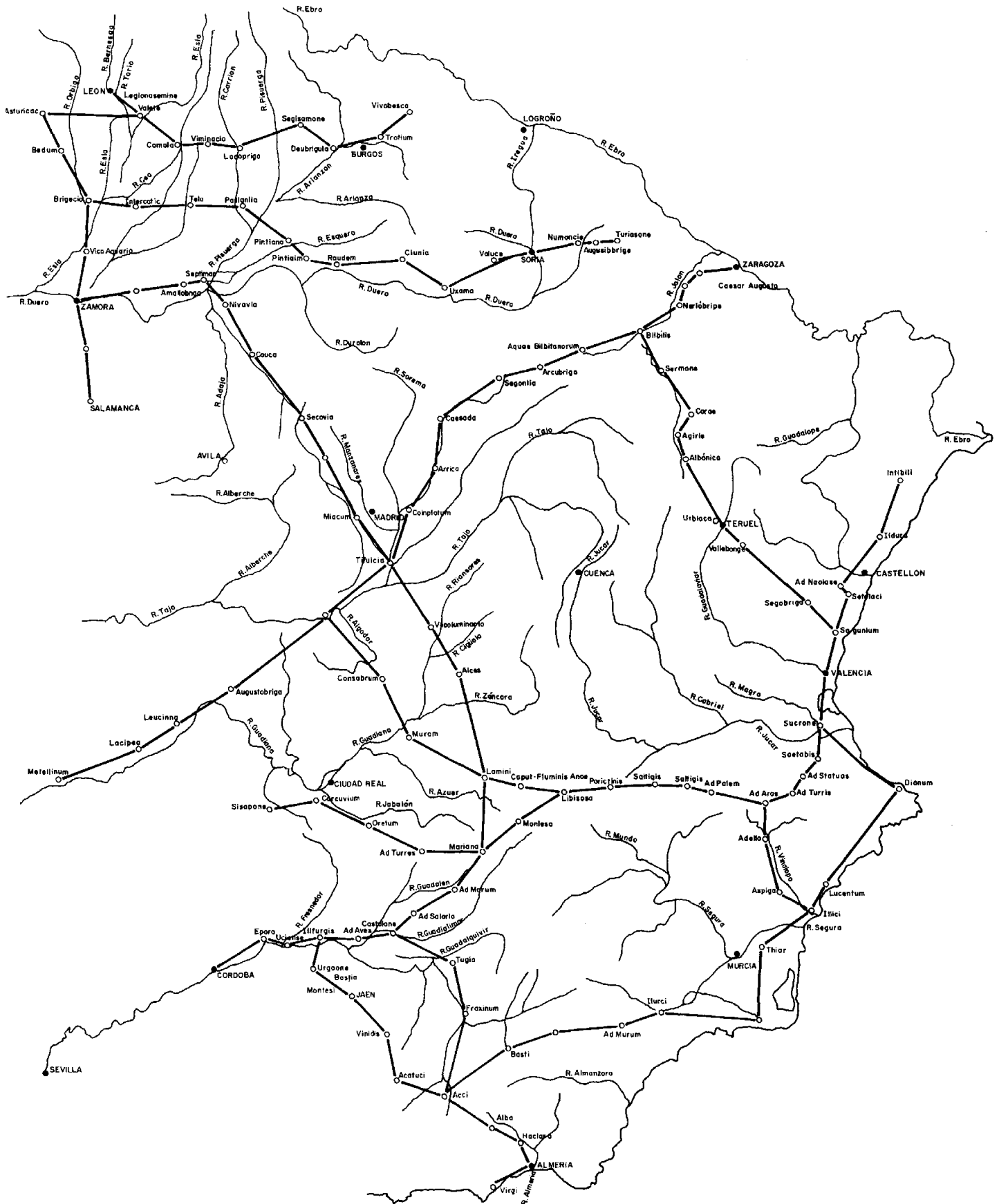


Otro puente interesante de la provincia es el de S. Juan de Carballo sobre el río Allones con cuatro arcos de medio punto de luces decrecientes desde 5,30 a 2,20 m a partir de una orilla. Tiene tajamares triangulares aguas arriba y semicirculares aguas abajo. Se le denomina puente Lubian y debe estar en su camino romano.

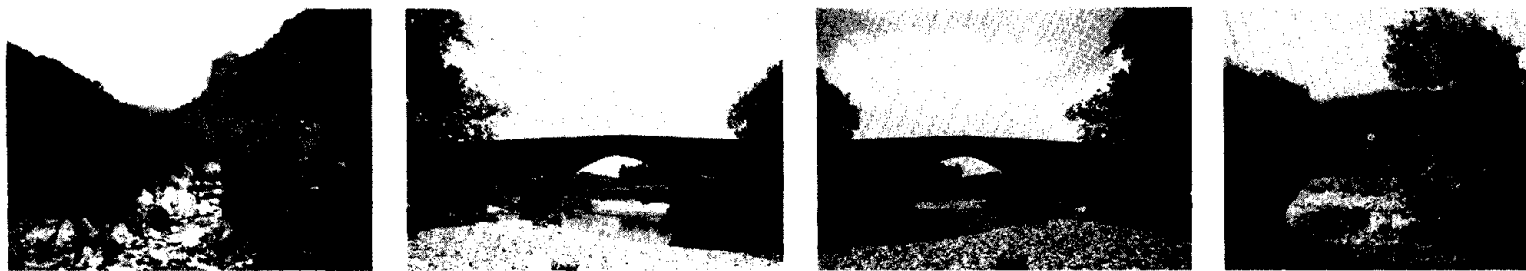


Puente de S. Juan de Carballo sobre el Allones.

provincia Cartaginense



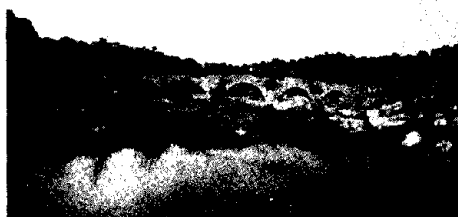
En el texto inicial de la provincia Cartaginense nos referíamos al puente de Pollensa, indicando que las fotografías nos las había proporcionado un arquitecto de Palma de Mallorca cuya dirección habíamos perdido, pero hemos logrado recuperarla. Se trata de don Felipe Sánchez-Cuenca, al que damos, una vez más, las gracias.



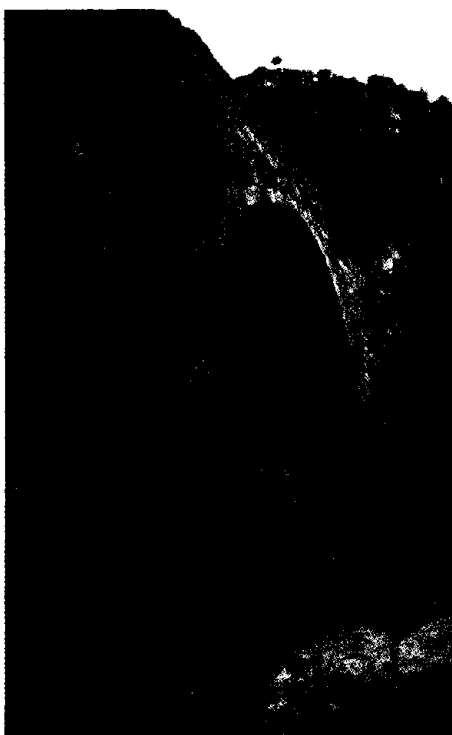
INVESTIGACION SOBRE Puentes ANTIGUOS DE ESPAÑA EN LA CATEDRA DE HISTORIA DE LA INGENIERIA DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID

En el curso 1976-1977, esta cátedra propuso como tema monográfico a sus alumnos un estudio histórico-artístico de los puentes antiguos españoles anteriores a la guerra civil. Para hacer el estudio lo más completo posible y para articular su realización, José A. Fernández Ordóñez —profesor encargado de la cátedra— y Miguel Aguiló Alonso —profesor de la asignatura— crearon un grupo de trabajo junto con cuatro alumnos con la idea de coordinar su desarrollo, facilitar el intercambio de datos y la cooperación entre alumnos y la búsqueda de fuentes bibliográficas.

El resultado del trabajo de curso —aunque algo desigual— fue suficientemente prometedor y se decidió mantener el grupo de trabajo proponiendo nuevamente en el curso 1977-1978 nuevos trabajos de curso sobre puentes antiguos para completar la primera exploración global de todo el país. En septiembre de 1978 los citados profesores consiguen una importante ayuda económica del Ministerio de Cultura para proseguir la investigación, y se consolida el grupo de alumnos, ya Ingenieros de Caminos, que deciden trabajar a plena dedicación, formado entonces por Tomás Fernández Gómez, Juan González Pachón y Carlos Nárdiz Ortiz, con la incorporación posterior de Francisco Mérida Hermoso.



Puente de los Carabineros.



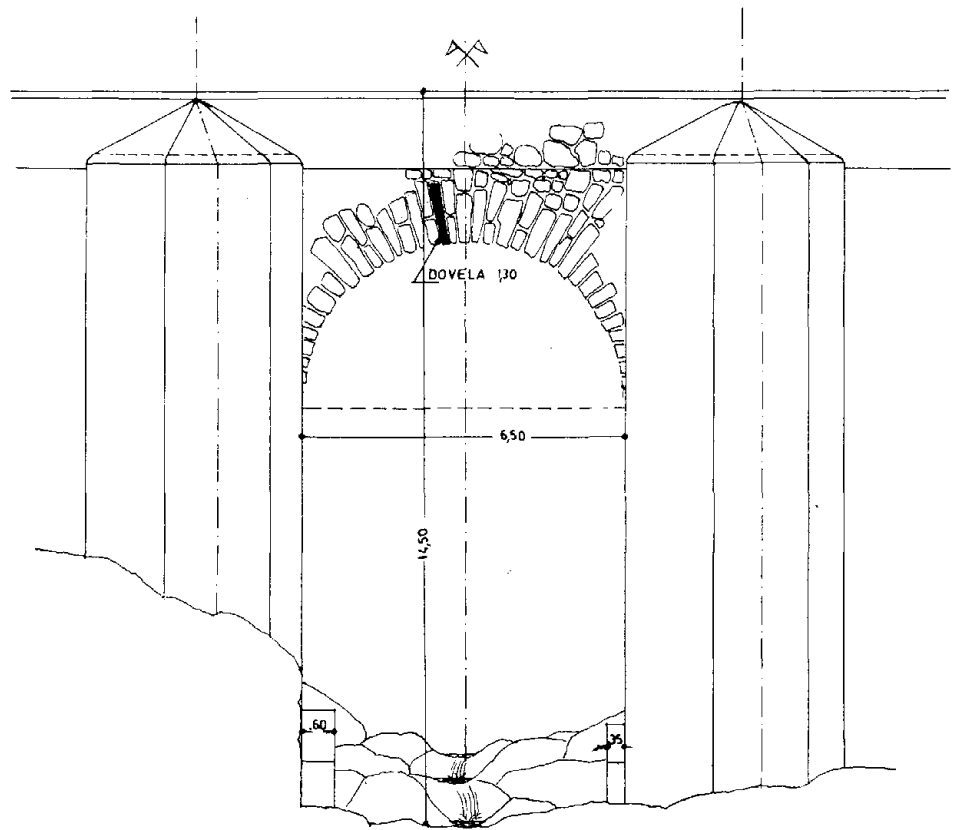
Desde entonces se ha realizado una intensa labor de investigación y búsqueda de datos, organización y archivo de los mismos y viajes a distintas provincias visitando todos sus puentes antiguos con el fin de formar un Catálogo Nacional de Puentes Antiguos. Actualmente (abril 1980) se dispone ya de un importante banco de datos con más de 4.000 puentes debidamente localizados, fichados, clasificados y fotografiados correspondientes a las zonas visitadas (unas veinte provincias), unas 3.000 fichas de puentes más, correspondientes a las zonas no visitadas —que se incrementarán notablemente al realizar los viajes— unas 5.000 diapositivas de puentes y unas 800 referencias y artículos relacionados con el tema.

La ayuda económica del Ministerio de Cultura sufrió una drástica reducción en su cuantía y un fuerte retraso que obligó a Fernández Ordóñez y a Miguel Aguiló, responsables de la investigación, a detener provisionalmente ésta y disolver el grupo de trabajo, en espera de la consecución de nuevos fondos para proseguir la investigación.

En la provincia de Salamanca tenemos el llamado «**Puente de los Franceses**» y también «Puente de los Carabineros» sobre el río Agueda, entre Puerto Seguro y San Felices, cerca de la frontera portuguesa. Ha sido zona de litigio fronterizo y está reconstruido en distintas épocas. Es de sillería con diseño del tipo puente de Bibey con un arco central de unos 15 m y dos arcos, todos de medio punto, de luz próxima a los 10 metros. Es de sillería con tajamares triangulares en las pilas que llegan hasta el nivel de arranque del arco central y se coronan por sombreretes piramidales. Aguas abajo tienen espolones rectangulares. Se desciende a él por un camino empedrado que pudiera ser calzada romana. Otro puente con bastantes visos de romano es el **Puente del Villar**, cerca de Peñaparda también sobre el río Agueda. El padre MORAN lo considera formando parte de la calzada de Salamanca a Ciudad-Rodrigo. Tiene tres vanos, el central de 13 m y los laterales de 4,70. Las pilas son de 3,70 m. Es del tipo Luco o Gibrálzo con rasantes a dos aguas de lomo suave. Tiene reconstrucción importante del siglo XVIII. Las piedras del pretil, que son de la reconstrucción, son de toda la altura y encajan mediante espiga inferior en una canal practicada en la coronación de tímpanos también reconstruida. Tiene tajamares triangulares tanto aguas arriba como aguas abajo hasta el nivel de arranques del arco central.

Otro puente de la misma provincia es el de la **Ribera**, en el arroyo S. Benito, de un solo arco de 9,40 metros de luz cerca de Miranda del Castañar. El padre MORAN lo da como puente viejo. No llega al medio punto, pero parece reconstruido con dovelas antiguas muy sanas. Quedan además las hiladas inferiores de los tímpanos.

Otro puente con muchos méritos para ser romano es el conocido por la **Puente Mocha**, cerca de Ledesma, hoy abandonado con cinco arcos. El padre MORAN lo asigna a una calzada romana que partía de Ledesma y se internaba en la provincia de Zamora de la que se ven restos ambos lados del puente. Tiene tajamares triangulares aguas arriba.



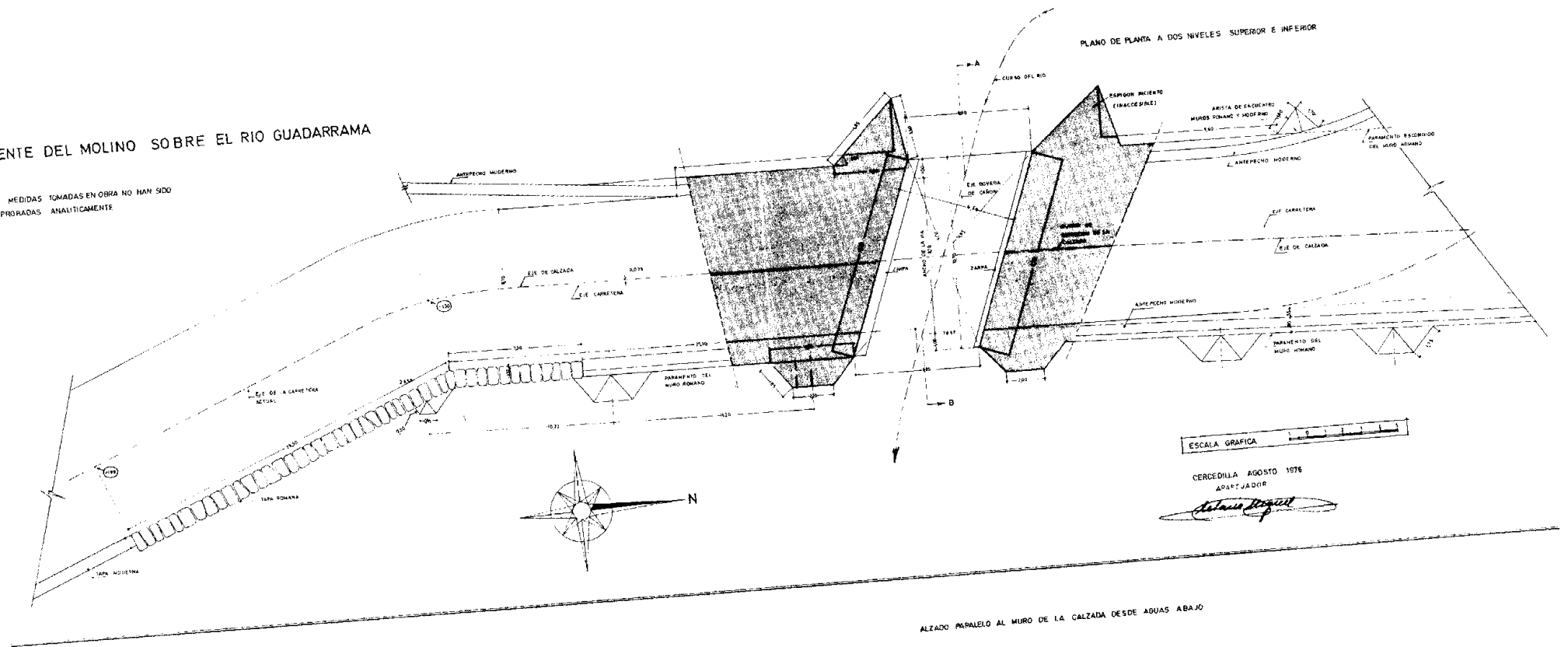
suplemento Cartaginense

Después de haberse publicado el artículo correspondiente a los puentes de la provincia cartaginense, donde citábamos algunos de la vía romana del centro de la Península entre Meaques (Miacum) y Simancas, ha aparecido un estudio del aparejador don Cesario de Miguel editado por los Servicios de Extensión Cultural y Divulgación de la Diputación Provincial de Madrid. El señor de Miguel ha participado en el proyecto de reparación de las obras de fábricas del trozo Cercedilla-Puerto de la Fuenfría que, como ya indicábamos en nuestra referencia, están ahora realizándose. Aprovechamos la ocasión, autorizados por el señor de Miguel, para completar la información relativa al puente del Molino que nosotros denominábamos erróneamente del Descalzo con unos concienzudos y detallados planos de dicha obra, que como ya indicábamos es la más importante del grupo, y el de verdadera belleza por su sencillez y magnitud, armonizadas muy adecuadamente con el paisaje que le corresponde.

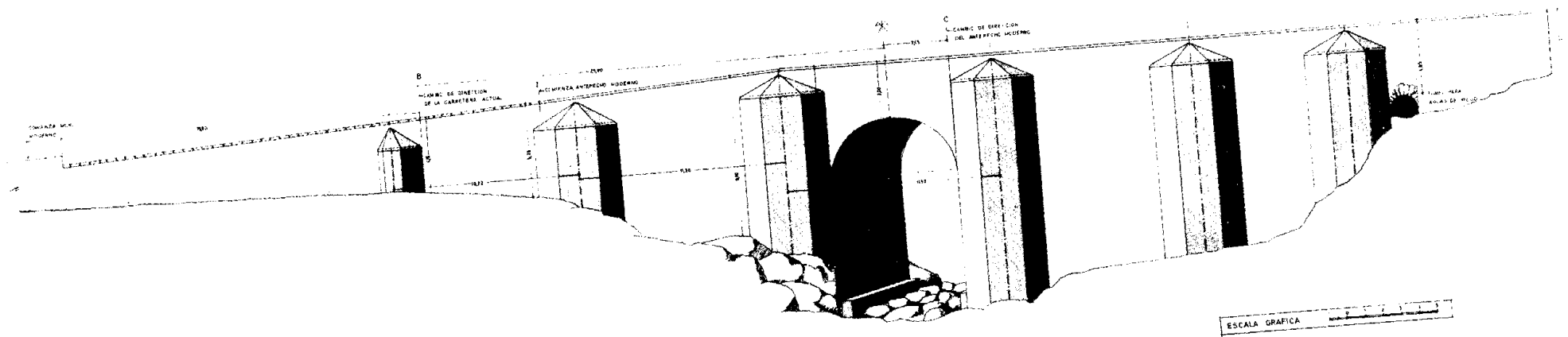
Aprovechamos la ocasión para corregir la errata de denominación que se había deslizado en nuestro artículo y agradecemos al señor de Miguel por su valiosa colaboración.

PUENTE DEL MOLINO SOBRE EL RIO GUADARRAMA

LAS MEDIDAS TOMADAS EN OBRA NO HAN SIDO
COMPROBADAS ANALITICAMENTE



ALZADO PARALELO AL MURO DE LA CALZADA DESDE AGUAS ABAJO



En una de nuestras visitas al puente de Castrogonzalo, el cual teníamos como característico puente medieval de arcos apuntados, pero construido con sillares probablemente romanos correspondientes a un puente de aquella época, estaban comenzando la construcción del nuevo puente paralelo al antiguo y tuvimos la oportunidad de llegar cuando estaban destruyendo la cimentación de un puente anterior que acusaba características muy romanas en los sillares de dicha parte de la obra. Mi interpretación es la siguiente: El puente romano se abandonó en los siglos XII o XIII construyendo un puente paralelo al mismo y a muy corta distancia, que le sirvió de cantera, aunque por la solidez



Puente de Cordovilla la Real. Puente del siglo XVIII con tajamares de ojiva barroca. Está junto a las ruinas de un puente romano del cual se han utilizado los sillares.

de la fábrica romana no les sería muy fácil el arranque de los sillares y, sobre todo, los de las zonas de cimentación que necesitarían de un relabrado de adaptación. El mismo caso se ha repetido con el puente actual, dándose la circunstancia —seguramente casual— de volver al mismo sitio del emplazamiento romano, pues en mis visitas anteriores nunca vi ruinas sobresalientes. El puente medieval es un bello puente con ojivas de poco peralte y corresponderá probablemente al siglo XIII. Tiene características de los puentes medievales de época gótica: con ojivas premeditadas, buen aparejo en tímpanos y bóvedas, y tajamares triangulares subiendo sin cambio hasta coronación del pretil.

Otro caso de construcción de un puente junto a otro romano del cual quedan las ruinas es el de Cordovilla la Real. El nuevo puente parece del siglo XVIII. En el mismo caso están los puentes de La Cala de Huelva con uno de la época de Carlos III, construido paralelo al romano, del cual utilizaron los sillares, y el de Medellín sobre el Guadiana construido en época de Felipe III, de los cuales nos hemos ocupado ya en capítulos anteriores.

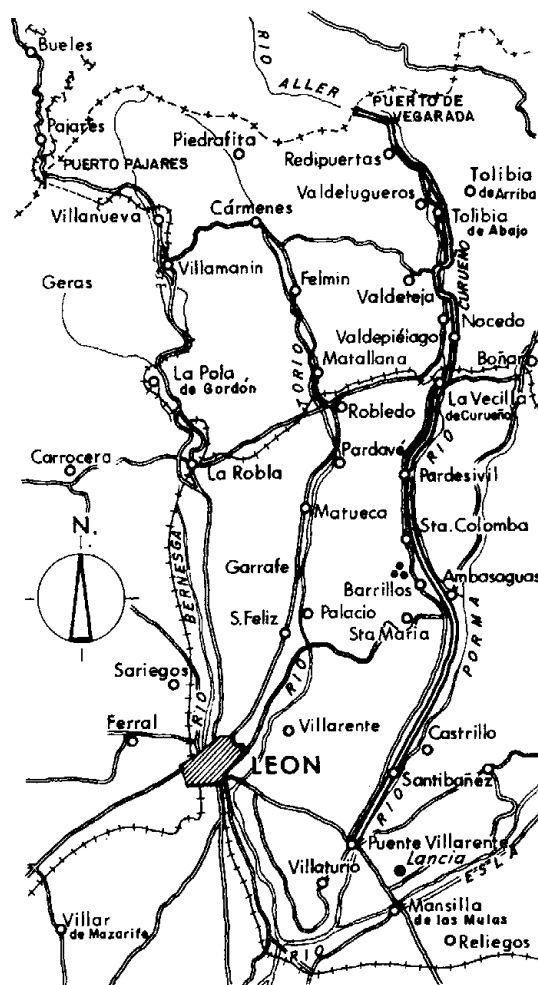


Puente medieval de Castrogonzalo. Delante de él aparecen los cimientos de un puente romano del cual utilizaron los sillares.

apéndice octavo

puentes de la calzada romana del puerto de Vegarada

Se trata de un caso ejemplar de cómo el estudio de las calzadas romanas puede influir en el de los puentes. Esta calzada ha sido estudiada por los ingenieros de Caminos: Miguel Arenillas y José Velez y el arqueólogo Manuel Rabanal. Es un trozo de vía romana que franquea la cordillera cantábrica estableciendo una comunicación N-S entre la región próxima a la ciudad de León y el núcleo central de Asturias pasando por la zona limítrofe de Astures y Cántabros. En realidad prolonga la vía núm. 1 del Itinerario de Antonino (*De Italia in Hispanias, Ad Legio VII Geminam*) para comunicarse con la red secundaria del otro lado de la cordillera. El trayecto estudiado parte de Puente Villa-



Red de comunicaciones de la zona.



Puente de Valdeplélagu.



La calzada a la entrada del puente de Valdeplélagu.



La calzada al Norte de Caldas de Nocedo.



Pontón entre Caldas de Nocedo y Cueto Andino.

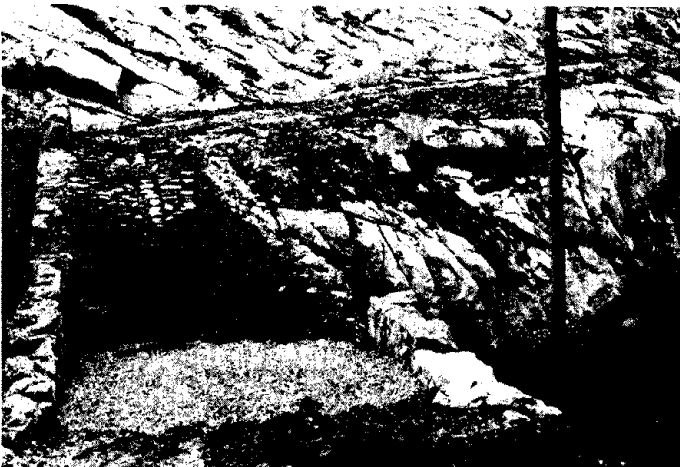
rente sobre el río Porma muy próximo a la mansión de Lancia de dicha vía núm. 1 y siguiendo el valle del río Porma, primero para tomar el de Curueño en Ambas Aguas, el cual nace en el puerto de la Vegarada, donde también se desvían aguas hacia la vertiente contraria por el río Aller que pudo servir de camino de penetración hacia el Norte. Siguiendo hacia Occidente por la



Puente del Ahorcado.



Puente sobre el Curueño.



Entrada al puente del Ahorcado.

Pontón sobre el arroyo de Villavias.



divisoria de aguas encontramos a pocos kilómetros el puerto de Piedrafita y después el de Pajares.

Durante la Edad Media se establecieron numerosas comunicaciones transversales uniendo nuestra vía con los poblados que se iban creando a ambos lados de la misma al irse poblando la región, sirviendo además nuestra vía para la circulación de ganado.

Los puentes que se han descubierto al estudiar esta calzada no están todos en ella sino además en los caminos de enlace con los pueblos inmediatos siendo algunos romanos con bastantes posibilidades, mientras otros son medievales, con ojivas premeditadas, y los más son lo que pudiéramos llamar romano-medievales. Los que tienen más probabilidades de ser romanos son los pequeños que salvan los arroyos que van a desembocar en el Curueño, como el situado entre Caldas de Nocedo y Cueto Ancino que es un pontón de pequeña luz; el puente de aguas abajo de Cerulleda con un solo

Puente de Valdelugeros.





Puente aguas abajo de Valdelugeros.



Puente de Cerulleda.

arco ligeramente apuntado, probablemente por defecto de construcción. También el puente del Ahorcado sobre el Curueño en un cruce forzado de la propia vía, con un medio punto muy correcto de perfil y con dovelas de sillería bien aparejadas, aunque los tímpanos son de mampostería tosca, lo que pudiera ser reconstrucción. También consideramos acreedor a la romanidad, el puente sobre el arroyo de Villarias con medio punto arrancando del cauce aparejado con dovelas de sillería de factura desigual denotando reconstrucción y por último el de Valdelugeros con tres arcos, alguno de los cuales pudiera ser de origen, con buenas dovelas de sillería, aunque los tímpanos de mampostería muy tosca son evidentemente posteriores.

Otro puente en Cerulleda, aguas abajo del pueblo es muy tosco de perfil y de fábricas, lo cual no le acredita como romano. Tampoco parece romano el de Valdepiélago, esta vez por la perfección de su ojiva de gran peralte. Por la misma razón tampoco el situado al Norte de Valdelugeros.



Puente aguas arriba de Cerulleda.

apéndice noveno

comunicaciones de la época romana en la provincia de Burgos

Otro estudio de vías romanas muy interesante es el realizado por el arqueólogo José A. Abasolo Alvarez sobre las de la provincia de Burgos, editado por la Sección de publicaciones de la Excelentísima Diputación de la provincia de Burgos en 1975.

Se empieza por un resumen de los estudios anteriores sobre vías romanas en España y en algunas naciones extranjeras (Francia o Inglaterra) concretándose después a las de la provincia de Burgos, de los que hace una compilación de todo lo publicado hasta la fecha.

Para el estudio de las vías romanas, parte como retícula directriz de la del Itinerario de Antonino del cual le corresponden las vías números: 1, 27, 32 y 34 partiendo de la versión de Saavedra, pero tiene en cuenta además los complementos del mismo, tanto antiguos como los de última hora. Así, por ejemplo, entre aquéllos la Cosmografía del Anónimo de Rávena y las Tablas de Astorga del Diunviro Lepidus (Museo Arqueológico de Oviedo) y entre las actuales la teoría de G. Arias (Miliario Extravagante) sobre las mansiones puestas en acusativo, *ad* indicando que las longitudes correspondientes se refieren a ramales que se apartan del trazado principal.

Agotadas las fuentes epigráficas, miliarias y lápidas, tan escasas en la época a que nos referimos recurre a documentos posteriores en la evolución de la historia de las comunicaciones, como son todos los referentes al camino de Santiago, fundamental para entender la red de caminos en el Norte de nuestro país; la Cosmografía de España de Fernando Colón y los Repertorios de Caminos desde el de Juan Villuga hasta el mapa actual de carreteras del Ministerio de Obras Públicas, averiguando la vigencia de los caminos en las distintas épocas, mediante los viajes de españoles y extranjeros por nuestra Península y los mapas generales de España desde Tomás López y Coello a los planos del Instituto Geográfico y Estadístico. El autor ha estudiado también, en lo que se refiere a su provincia, documentos más detallados y especiales de obras realizadas en ella, procedentes de archivos.

Hemos utilizado el trabajo del arqueólogo Abásolo Alvarez para dar algunos puentes de la provincia de Burgos que son los siguientes:

Puentenueva de Brulles en Sasamón, Cañizar de los Ajos/Hormazuelas, Palomar s/Oca Rudera s/Tiron, Gumiel de Hizan s/Gromejón, Coruña Conde s/Arandilla, Aguera s/Cerneja, Burcena s/Ordunte y Terminón, Frías s/Ebro.

Hemos seguido su ordenación en capítulos que se refieren primero a las tres vías del itinerario de Antonino, después a las vías naturales más importantes de la provincia que son las de los valles del Arlanza y del Arlanzón (el trabajo comenzó con la tesis doctoral del señor Abásolo que se refería al estudio de las comunicaciones romanas en esos dos valles). A continuación se estudian las vías secundarias siguiéndolas directamente, unas enlazando miliarios y otras previo un estudio de gabiñete yendo directamente al terreno para recorrerlas paso a paso con una mayor o menor verosimilitud de que sean romanas.

El estudio del señor Abásolo amplía a toda una región, los estudios lineales como los descritos anteriormente, relativos a una sola vía la de la Plata o la de Uxama a Augustóbriga, agotando todos los caminos posibles de la zona con lo cual llega a un estudio exhaustivo de los posibles puentes, romanos y medievales, así como los romano-medievales, es decir, los de un origen romano más o menos aparente que en el diseño pueden recordar a los romanos primitivos e incluso las fábricas proceden también de las primitivas con una cierta relabra de adaptación.

De este modo quedan circunscritos los romanos por los románicos con medios puntos más o menos defectuosos y los apuntados correspondientes a la época gótica.

Así ha llegado a reunir el señor Abásolo un centenar de puentes, en los cuales también existen algunos desde el XVI en adelante.

El hecho de estar los puentes en una calzada romana importante como son las del Itinerario, les da ya un cierto número de puntos en la probabilidad para pertenecer a la serie de puentes romanos.

El examen de las fábricas puede completar esta pretensión o, por lo menos, reducirla a la de ser un sucesor del primitivo, en el cual se ha retocado o cambiado la materia prima, o en una hipótesis intermedia de relabra de los sillares. También con vestigios de fábricas primitivas especialmente en las cimentaciones, que pueden asegurar la persistencia de los vanos. Otro complemento de las suposiciones puede estar en encontrarse otros vestigios romanos en los alrededores. Recuerdo un caso ejemplar, el del puente de Cáparra, inmediato a los restos de la mansión de dicho nombre, donde aparecen las hermosas ruinas del arco cuadrifronte, por debajo del cual pasaba la calzada de **Emérita Augusta a César Augusta**.

Descontados los puentes medievales, una característica importante es llevar los tajamares triangulares muy simples hasta la coronación del pretil; los de la Edad Moderna no tienen lomo de asno; y a partir del XVI tienen una geometría muy sobria y perfecta, con expansión en el XVIII en la ampliación de pilas hacia formas redondeadas, tambores circulares muy desarrollados hasta coronación o triangulares en ojiva de marcada curvatura formando un basamento de pequeña altura. Otro detalle es el de las arcadas peraltadas con perfil tipo parabólico que se encuentran en los puentes con reconstrucciones debidas a las numerosas guerras que han mutilado nuestros puentes.

Los puentes son puntos obligados para definir los trazados y de los numerosos que publica hemos destacado sin afinar demasiado, pues todos son interesantes, los que damos a continuación.

En las vías romanas del Itinerario se han situado en la número 32 los de **Sasamon (Segisamon)** sobre el Brullés con tres arcos de medio punto, poco correctos y de directriz y de boquillas bien aparejadas, pero con poca regularidad en las dovelas y con tímpanos de siete hiladas continuas una sobre claves, pero con sillares desiguales y poco escuadrados. También el de **Cañizar de los Ajos** sobre el río Hormazuelas con un solo arco muy hermoso, de características análogas a los del anterior, y tres hiladas de tímpano sobre la clave, por lo que parece se ha rectificado la rasante.

En la vía núm. 1 de **Italia in Hispanias** el de **Cerezo de Río Tiron** sobre el arroyo Rudera, con un arco pequeño de buena factura y dovelas muy regularizadas con sección casi cuadrada, y tímpanos de buenos sillares bastante apaisados en ocho hiladas de buena altura y proporcionados a las de boquilla, pasando una por encima de clave. Sobre la coronación primitiva se ha recrecido la rasante con sillarejo de mucha peor calidad.

Otro puente de un solo arco, y con dimensiones análogas es el del **Arroyo San García** también en el pueblo de Cerezo. Las dovelas son de buenas dimensiones como en el puente del Tiron. En cambio los tímpanos están reconstruidos con un sillarejo muy pobre. **La Magdalena** sobre el Oroncillo.

En la vía núm. 27 **Ab Astúrica per Cantabriam Caesar-Augusta** tenemos el puente de **Gumiel de Hizan** sobre el Gromejón con un solo vano, del que se conserva la bóveda, arrancando desde el nivel del agua, con una fábrica muy sana y muy regular y tímpanos de inferior calidad enrasados a nivel de clave sin pretil.

Otros dos puentes interesantes de esta vía son los de **Coruña del Conde** ambos en el río Arandilla. Uno de ellos está en una vía secundaria que desde **Rauda** va a **Uxama**; tiene tres arcos de la misma luz con rasante horizontal. Los arcos tienen dovelas de muy buenas dimensiones. En cada uno existe un arco, evidentemente reconstruidos por sus grandes rebajamientos, pero los restantes tienen buen perfil. También se han reconstruido algunos tajamares, con perfil triangular enrasados horizontalmente un poco por encima del plano de arranque de los arcos. La reconstrucción se advierte en grandes trozos de los tímpanos pues las hiladas inferiores son de sillares con buenas dimensiones, aunque no escuadrados, y los sobrepuestos son un sillarejo mucho peor.

En el valle del río Arlanzón, que es una comunicación natural entre los valles del Duero y Ebro, sus puentes tienen mucha relación con el camino de Santiago, como el puente de **Malatos** en la propia capital, del cual se dan varias referencias medievales a partir del año 1165 y también el del **Arzobispo** que cruza por un vado natural del Arlanzón en las proximidades de un yacimiento romano denominado del Castro, pero las fábricas que en la actualidad exhibe y que pueden ocultar las primitivas, son típicas de los puentes de los Austrias.

Otro puente interesante es el de **Tordomar** sobre el cauce del Arlanza, de tres arcos pequeños con dovelas y sillares de una gran regularidad aunque no escuadrados, especialmente los de tímpanos. Además en el cauce menor del Arlanza existe otro tramo de 22 arcos, en el cauce principal donde se advierten restos romanos.



Puente de Sasamón sobre el
Brullés desde aguas abajo.



Cañizar de los Ajos sobre el
Hormazuelas.



Puente de la Magdalena sobre
el Oroncillo.

En la vía de **Clunia a Cantabria** el puente más importante era el de paso del Arlanza en el pueblo de **Tordomar**. La obra principal es un puente de 22 arcadas del que parecen romanas las partes bajas de pilas y tajamares y algunas dovelas de los arcos centrales. Los arcos son de medio punto. Las pilas tienen pilastras rectangulares en los dos frentes que no llegan a coronación y se complementan aguas arriba con tajamares triangulares en la zona inferior. Además de este tramo principal existe un tramo secundario en un brazo del río con tres arcos de poca luz y mucha apariencia de romano.

En la vía del valle de Mena hay una serie de puentes interesantes como es el del **Cerneja en Aguera** del que sólo queda un arco aislado en una de las extremidades del cauce con hermosas dovelas trapeziales bien aparejadas que pudieran corresponder a puente romano. De los dos puentes por los que cruza el Ordunte el de **Burceña** ostenta un tajamar triangular aguas arriba y circular aguas abajo que tiene la base con sillares de apariencia romana. Los arcos que son dos de muy distintas fábricas, pertenecen a reconstrucciones diferentes. También se reconstruyó recientemente y se pudo apreciar la existencia de fábricas romanas en la zona interior de la obra. También parecen fábricas romanas las de dos puentes situados en el arroyo del Alisal. Son de un solo vano y uno de ellos desprovisto de tímpanos muestra muy sano el trasdós de sus dovelas. En el pantano del Ordunte ha quedado sumergido otro puente del que se tienen referencias anteriores al siglo XII y pudiera ser romano.

El puente de **Olmos Albos** sobre el Ausín tiene tres arcos con el central de mayor luz lo que da un lomo de asno clásico. Dos tajamares triangulares aguas arriba que parecen recrecidos en una reconstrucción y el buen aparejo y figura del arco central le dan algunos puntos para aspirar a romano.

Parece romano el puente de **San Andrés** sobre el arroyo Cuevas cerca de San Millán de Juarros. Está muy bien conservado salvo el pretil y tiene un solo arco arrancando de ambas márgemes con lomo de asno suave. Las dovelas son muy regulares y bien aparejadas así como las hiladas de tímpanos.

El puente más interesante de toda la zona es el de **Frías** sobre el Ebro en la vía secundaria del Portillo del Busto denominado actualmente camino de Briviesca a Orduña por Frías. En este pueblo pasa el Ebro por el famoso puente que conserva todavía la torre central tan característica de unos cuantos puentes medievales que las conservaron hasta finales del siglo XIX. Es un puente romano-medieval que en la actualidad ostenta una superficie de fábrica predominantemente medieval. Como era una comunicación importante debió estar en servicio a fuerza de reconstrucciones. Según Abásolo las partes romanas son el arco extremo del lado Quintana Martín, los tres arquillos sobre pilas (dos de ellos están actualmente tapados), los tajamares de planta triangular isósceles en las pilas centrales. También han quedado algunas bóvedas primitivas, ensanchadas posteriormente, respetando los trasdós de las primitivas. La torre central es medieval y puede relacionarse con la del puente de Valmaseda al otro lado de la cordillera cantábrica pero enlazados por una comunicación antigua.

Otros dos puentes sobre el Ebro en la provincia de Burgos son los dos de **Pesquera de Ebro** y el de **Villanueva de Rampalay** aunque parecen medievales. El primero tiene tajamares triangulares que suben hasta el pretil y el segundo con ojiva premeditada muy pronunciada en el vano central.



Puente de Gumiel de Hizán sobre el Gromejón.



Puente de Coruña del Conde sobre el Arandilla desde aguas arriba.



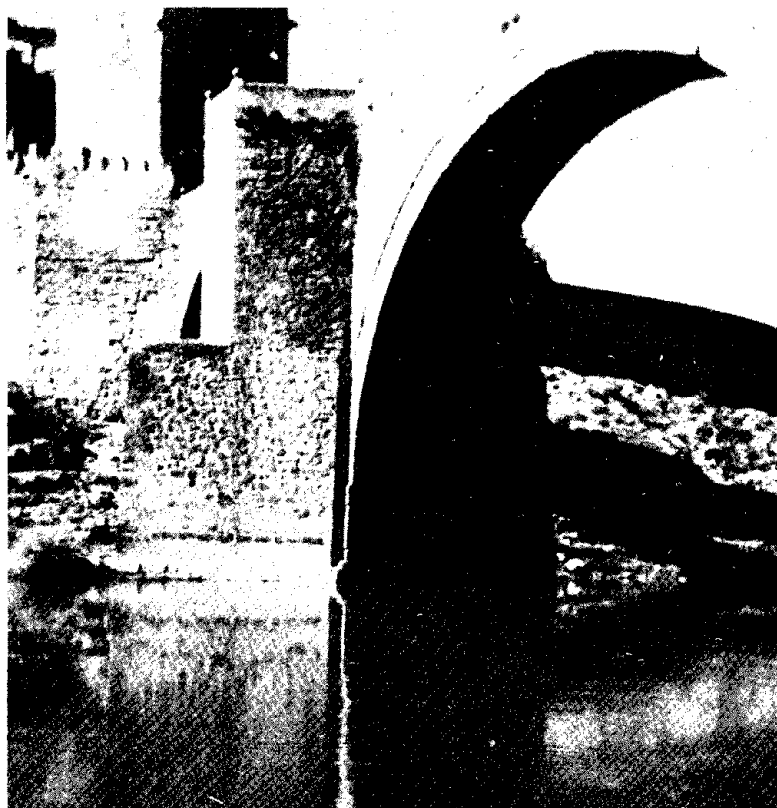
Puente de Olmos-albos sobre el Ausín.



Coruña del Conde sobre el Arandilla desde aguas abajo.



Puente de Aguera sobre el Cerneja.



Vista de la pila desde aguas abajo.
Foto: Javier Muñoz Rojas.



Vista del arco desde aguas abajo.
Foto: Javier Muñoz Rojas.

puente de Alcántara sobre el Tajo en Toledo